

(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/156232 A1

- (51) 国際特許分類:
H02K 5/22 (2006.01) *H02P 27/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050880
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 20 日(20.01.2014)
- (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 2013-063277 2013 年 3 月 26 日(26.03.2013) JP
- (71) 出願人: 株式会社 日立産機システム(HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1010022 東京都千代田区神田練堀町 3 番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 神谷 昭範(KAMIYA Akinori); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 牧 晃司(MAKI Kohji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 尾畑 功治(OBATA Koji); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内

Tokyo (JP). 開発 慶一郎(KAIHATSU Keiichiro); 〒1010022 東京都千代田区神田練堀町 3 番地 株式会社 日立産機システム内 Tokyo (JP). 関根 昭裕(SEKINE Akihiro); 〒1010022 東京都千代田区神田練堀町 3 番地 株式会社 日立産機システム内 Tokyo (JP). 高橋 秀一(TAKAHASHI Shuichi); 〒1010022 東京都千代田区神田練堀町 3 番地 株式会社 日立産機システム内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 井上 学, 外(INOUE Manabu et al.); 〒1008220 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

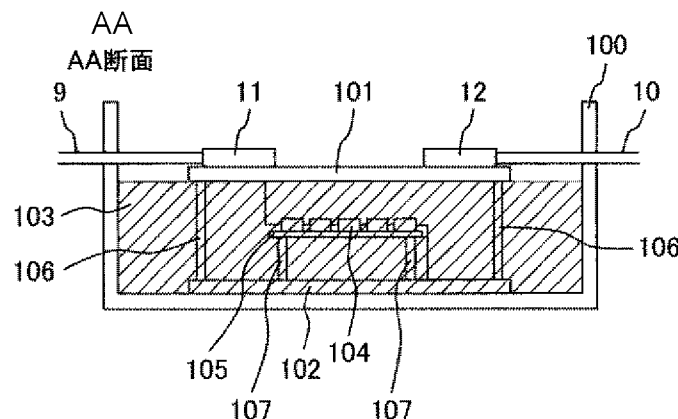
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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.

[続葉有]

(54) Title: INVERTER DRIVEN MOTOR

(54) 発明の名称: インバータ駆動電動機

図 1(b)



AA Cross-section AA

(57) Abstract: Provided is an inverter driven motor capable of reducing a voltage applied to a power supply line-side first coil for a motor. In an inverter driven motor having an inverter and a motor driven by the inverter, the inverter and the motor are connected with a terminal box, while the terminal box includes therein a terminal plate for connecting an inverter-side cable and a motor-side lead wire, a grounding plate provided on the bottom surface of the terminal box, and a capacitor serially connected in between the terminal plate and the grounding plate.

(57) 要約: 電動機の供电ライン側第 1 コイルに印加される電圧を低減することができるインバータ駆動電動機を提供する。インバータと電動機を端子箱で接続するとともに、端子箱内にはインバータ側ケーブルと電動機側口出し線とを連結する端子板と、端子箱の底面に設けられた接地板と、端子板と接地板との中間に直列接続されたコンデンサを含むことを特徴とする。



WO 2014/156232 A1



(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, 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))

明 細 書

発明の名称： インバータ駆動電動機

技術分野

[0001] 本発明は、急峻インバータサージに対応したインバータ駆動電動機に関する。

背景技術

[0002] 近年、省エネルギー化の観点からインバータ装置を用いて電動機を可変速運転することが盛んに行われている。現在、最も普及しているインバータ装置は、 Si ($IGBT$) インバータであるが、これに対し今後は、より電圧立ち上がり時間が小さくて、低損失な SiC を用いたインバータが増えると予想される。 SiC を用いたインバータの具体的な例としては、ダイオードのみ SiC を用いたハイブリッド SiC ($IGBT + SiC diode$) インバータ、ダイオードとスイッチング素子の両方に SiC を用いたフル SiC ($MOS-FET + SiC diode$) インバータによる電動機駆動装置がある。

[0003] しかしながらその半面、インバータ装置を用いて電動機を駆動した場合に以下の現象が電動機内部の絶縁劣化の原因となることがある。例えば電動機の固定子巻線についてみると、各相巻線は複数の直列コイルで構成されるが、電動機端の電圧立ち上がり時間が小さくなると、電動機の供电ライン側第1コイルに電圧が集中することがある。この点に関し、従来の商用周波電源駆動時に比べて高い電圧が、電動機の固定子巻線を構成する巻線間に発生することが非特許文献1により報告されている。

[0004] この現象を対地電圧とコイル電圧の時間 t 変化の関係で説明する。図2 (a)、図2 (b) は、電圧立ち上がり時間が大きい場合と小さい場合の固定子巻線巻始め点と巻終り点の対地電圧 V_s 、 V_e 、及びコイル電圧 V_c の変化を、横軸を時間軸として示している。この事例では供电ライン側が固定子巻線巻始め点側に接続されており、供电

ライン側からの電圧印加により、対地電圧 V_s の上昇に遅れて巻終り点の対地電圧 V_e が立ち上がる。

[0005] これによれば、電圧立ち上がり時間が大きい図 2 (a) の場合には、巻始め点と巻終り点の対地電圧 V_s 、 V_e の立ち上がりは緩やかで、コイル電圧 V_c も小さくなる。しかし図 2 (b) のように、電圧立ち上がり時間が小さい場合は、巻始め点と巻終り点の対地電圧 V_s 、 V_e の立ち上がりは急峻になり、コイル電圧 V_c が大きくなる。

[0006] 図 3 は、電圧立ち上がり時間 t_r (ns) と、第 1 コイル電圧分担率 (左側縦軸) の関係を示している。ここで電圧分担率を以下の (1) 式のように定義している。

[数 1]

$$(\text{電圧分担率}) = (\text{コイル電圧瞬時最大値 } V_{c \max}) \div (\text{巻始め点对地電圧 } V_s) \times 100 [\%] \quad (1)$$

図 3 では、電動機の固定子巻線 1 相当たり 4 直列コイルの電動機を用いた事例で示している。そのため、電圧立ち上がり後の定常状態では、4 直列コイルの 1 コイル当たりの電圧分担は、 $1 \div 4 \times 100 = 25\%$ が均等に電圧分担される。図 3 において、電圧立ち上がり時間 t_r が 10000 ns と大きな電圧立ち上がり時間では、定常状態と同程度の 25% であることが分かる。

[0007] これに対し電圧立ち上がり時間 t_r を短くすると、電圧分担率は大きくなり、例えば電圧立ち上がり時間 t_r が 20 ns では、電圧分担率は 90% に達している。つまり電動機の固定子巻線 1 相当たり 4 直列コイルの電動機では、電圧立ち上がりの過渡時に電動機の供电ライン側第 1 コイルが対地電圧に対して 90% を負担する。電圧立ち上がり後は、4 直列コイルが均等分担することになるが、この状態は SiC インバータの点弧の都度繰り返される。よって、MOS-FET インバータのような急峻な電圧立ち上がりのインバータを電動機に接続した場合には、電動機の供电ライン側第 1 コイルに対する繰り返し過電圧に対する対策が必要である。

[0008] なお図3には電圧立ち上がり時間 t_r に対するコンデンサ温度も併せて表示している。この図によれば、電圧立ち上がり時間 t_r が長いほど、コンデンサ温度が高くなる傾向がある。従って、電圧立ち上がり時間 t_r が長い（ $100\mu s$ 以上）IGBTインバータでは発熱（損失）が問題になるが、電圧立ち上がり時間 t_r が短い（ $100\mu s$ 以下）SiCインバータでは損失を抑えることができる。

[0009] 係る課題に対し、特許文献1のように、電動機の端子箱に平行平板の静電容量やコンデンサを挿入して、フィルタ効果により最大電圧を下げる手法もある。また特許文献2のように、コンデンサを端子板と対地間に挿入する手法もある。

[0010] なお電力機器の製造に当たっては空間距離、沿面距離を確保する必要があり、非特許文献1の規格「制御機器の絶縁距離」を順守する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2010-51134号公報

特許文献2：実開平6-41068号公報

非特許文献

[0012] 非特許文献1：日本電機工業会規格JEM1103

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 特許文献1では、端子箱に静電容量を設置するため、端子板と接地板を平行平板にして、端子板と接地板の間に高誘電材料を挟み込む構造を採用している。この対策の時の平行平板における静電容量 C は、 $C = \epsilon_r \times \epsilon_0 \times S / d$ （ ϵ_r ：比誘電率、 ϵ_0 ：真空の誘電率、 S ：電極面積、 d ：電極間の距離）である。

[0014] この結果静電容量を大きくするために距離 d を小さくすると、接地板の渦電流損失が大きくなるという問題が生じる。また、電極面が近接するため、

沿面放電が発生しやすくなる。対策として沿面を絶縁材料で封止した場合でも、電動機の振動や熱延びにより剥離して、沿面放電が発生し、端子箱で地絡事故が発生することが問題となる。一方、静電容量を大きくするために、電極面積 S を大きくした場合には端子箱が大型化する課題があった。

[0015] また特許文献2では、200V以上の電圧が加わった場合、コンデンサの正極と負極間の距離が小さく沿面放電と空間放電の発生が課題であった。

[0016] 以上のことから本発明においては、電動機の供电ライン側第1コイルに印加される電圧を低減することができるインバータ駆動電動機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

[0017] 以上のことから本発明においては、インバータとインバータに駆動される電動機からなるインバータ駆動電動機において、インバータと電動機を端子箱で接続するとともに、該端子箱内にはインバータ側ケーブルと電動機側口出し線とを連結する端子板と、前記端子箱の底面に設けられた接地板と、前記端子板と前記接地板との中間に直列接続されたコンデンサを含むことを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、従来のフィルタ無しの端子箱に設置して、端子箱を大型化することなく、急峻なインバータサージ電圧に対する供电ライン側第1コイルへの電圧集中を低減できる。

[0019] さらに本発明の実施例によれば以下の効果を得ることができる。端子板と接地板の距離を大きくしても、高周波遮断型フィルタに十分な静電容量以上を得ることができるため接地板での渦電流損失による発熱を低減できる。

[0020] 加えて、絶縁材料で端子箱を充填するため、端子板と接地板の発熱による熱延びや電動機の駆動によって生じる振動により、端子板と接地板の間の絶縁が剥離し、沿面破壊が発生することを防止でき、端子箱での絶縁性を向上できる。特にインバータ装置によって駆動され、インバータ装置から巻線に過大なサージ電圧が印加される電動機には好適である。

図面の簡単な説明

[0021] [図1(a)]実施例 1 の端子箱の平面構成を示す図。

[図1(b)]実施例 1 の端子箱の A－A 断面構成を示す図。

[図2(a)]電圧立ち上がり時間が大きい場合の対地電圧とコイル電圧を示す図。
。

[図2(b)]電圧立ち上がり時間が小さい場合の対地電圧とコイル電圧を示す図。
。

[図3]電圧立ち上がり時間と、第 1 コイル電圧分担率の関係を示す図。

[図4]本発明が適用される一般的なインバータ駆動の電動機システムを示す図。
。

[図5]一般的なインバータの PWM 電圧波形を示す図。

[図6]一般的な電動機の外観を示す図。

[図7]一般的な電動機の径方向断面を示す図。

[図8(a)]電動機の固定子巻線が△結線の例を示す図。

[図8(b)]電動機の固定子巻線が Y 結線の例を示す図。

[図9]電動機の 1 スロット分の断面を示す図。

[図10]コンデンサの配置例を示す図。

[図11]実施例 2 の端子箱の A－A 断面構成を示す図。

[図12]実施例 3 の端子箱の A－A 断面構成を示す図。

[図13]実施例 4 の端子箱の A－A 断面構成を示す図。

[図14]実施例 5 の端子箱の A－A 断面構成を示す図。

[図15]端子箱の入力側と出力側の電圧波形を示す図。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。なお、以下の説明においては最初に一般的なインバータ駆動の電動機システム、一般的な PWM による制御波形、一般的な電動機筐体構成を説明した後に、本発明における対応策の具体事例を述べることにする。

実施例

[0023] 最初に、本発明が適用される一般的なインバータ駆動の電動機システムについて、図4を参照して説明する。インバータ駆動電動機システムは、電動機35と、コンバータ回路30と、インバータ回路32と、電動機35及びインバータ回路32を接続するケーブル9を備え、電動機35の回転トルクを発生させる機構である。

[0024] なお本発明において単にインバータと称する時には、交流電圧を直流電圧に変換するコンバータ回路30と、直流電圧を安定化させる平滑コンデンサ31と、直流電圧をスイッチング素子33でスイッチングして矩形波交流電圧に変換するインバータ回路32（インバータ）から構成される回路部分を意味している。なおスイッチング素子33としては、FET（Field Effect Transistor）、IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）、MOS-FET（Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor）などが使用されている。また平滑コンデンサ31は、インバータ回路32の上アームと下アームとの間に接続され、平滑コンデンサ31の下アームが接地される。

[0025] 制御部34はスイッチング素子33を作動させるためのものであり、他の制御装置や磁極位置センサ36や電流センサ37などからの入力情報に基づいて、スイッチング素子33のスイッチングタイミングを制御するためのタイミング信号を生成する制御回路41と、制御回路から出力されたタイミング信号に基づいて、スイッチング素子33をスイッチング動作させるためのドライブ信号を生成するゲート回路42を備えている。

[0026] このうち制御回路41では、目標トルクまたは目標速度に基づいて電動機35の電流指令値を演算し、この演算された電流指令値と、検出された電流値との差分に基づいて電圧指令値を演算し、この電圧指令値からパルス状の変調波を生成する。ゲート回路42において使用するパルス状の変調波として、もっとも一般的な形態はPWM（Pulse Width Modulation）信号である。

- [0027] 図5に一般的なPWM波形を示す。ここでは上から順に、変調波とキャリア三角波、U相電圧、V相電圧、UV線間電圧を表示している。但し説明を簡便にするために、U相とV相の電圧波形のみを表示し、W相電圧波形は省略している。
- [0028] 図5の上段に示すように、制御回路41で作成された電圧指令であるU相変調波とV相変調波は、搬送波であるところのキャリア三角波と比較される。この比較では、例えばキャリア三角波の大きさが電圧指令である変調波よりも大きい期間に負電位 ($-V_{dc}/2$) を与え、キャリア三角波の大きさが電圧指令である変調波よりも小さい期間に正電位 ($V_{dc}/2$) を与える。このようにしてスイッチング素子で得られたパルス波形としてU相電圧、V相電圧を生成する。
- [0029] またさらにU相電圧とV相電圧の差分から、UV線間電圧を得る。なおUV線間電圧は、一方の立ち上がり（立ち下り）時点から他方の立ち上がり（立ち下り）時点までの期間に応じて生成される。このようにして、繰り返しの電圧パルスが電動機端に印加される。
- [0030] 図5のUV線間電圧について、その立ち上がり時点の波形を一部拡大して示している。この線間電圧の立ち上がり部分の波形が、図3の特性に関与する。この電圧パルスの立ち上がり部分では、インバータの高速スイッチングにより急峻な電圧の傾き (dV/dt)、つまり電圧立ち上がり時間 t_r が短い電圧波形を示す。 dV/dt が大きければ（すなわち電圧立ち上がり時間 t_r が短ければ）、インバータで発生するスイッチング損失が小さくなり、かつ発熱も小さくインバータの小型化が可能である。図3の右側の縦軸にはコンデンサ温度を示しているが、 dV/dt が大きいほど発熱量が少なくなる特性が示されている。
- [0031] 図3によれば、電圧立ち上がり時間 t_r が100ns以上の領域ではIGBTインバータでカバーできるが、これ以下の高速スイッチングの領域ではSiCインバータを用いた実現が可能であり、発熱を少なくできることが分かる。つまり、MOS-FETにSiCを用いると、従来のSiに比べて絶

縁強度が高く、オン抵抗を低減して、スイッチング素子のオン時の導通損失を低減することができる。

[0032] 図6に電動機35の外観を示す。電動機35は、取り付け脚7により、設置面に設置されている。回転駆動力を発生する磁気部分は、ハウジング1とエンドブラケット2によって絶縁され、保持されている。フレームから突出しているシャフト4から、外部の負荷に駆動力を伝達する。電動機35の導体には内部に発生した熱を放出するための冷却フィン8が形成されている。なお、インバータが与える交流電力を伝達するためのケーブル（インバータ側ケーブル）9は、端子箱100に接続されている。

[0033] 図7に電動機35の径方向断面を示す。本実施例の電動機35は、固定子5と、固定子5の内周側に空隙を介して配置されかつ回転可能に支持されている回転子4から構成されている。固定子5はハウジング1に固定され、回転子4側のシャフトはベアリング3を介して電動機35のハウジング1内に保持されている。なお、インバータに接続されたケーブル（インバータ側ケーブル）9は、端子箱100からモータ側の口出し線10として取り出され、端子箱100を中継して固定子5の各相のコイル6に接続される。

[0034] 次に、図8を用いて本実施例の固定子巻線の構成について説明する。図8（a）には△結線、図8（b）にはY結線の例を示しているが、固定子巻線の結線はどちらでもよい。これ等の図で、43、44、45は、端子箱からの各相のケーブル9が接続される各相接続端子であり、巻線コイルは、この相接続端子間に設けられている。

[0035] 但し、図示の各巻線コイルは3直列コイルで記載している。またここで、3直列コイルのうちの第1コイル40は、U端子43、V端子44、W端子45から1番目のコイルである。さらに巻始め点41はコイルの最初のターンで、巻終り点42はコイルの最終ターンである。先に述べた図2の固定子巻線巻始め点と巻終り点の対地電圧 V_s 、 V_e は、この点41、42における対地電圧を測定したものである。

[0036] 図9に固定子の軸シャフト方向の断面図を示す。コイル導線はエナメル被

膜で絶縁されている。巻始め点4 1と巻終り点4 2間の電位差が先に述べた図2のコイル電圧 V_c である。図9では、巻始め点4 1はスロットSの底部にあり、巻終り点4 2はスロットSの出口部にあり距離が離れている。巻始め点4 1と巻終り点4 2が最も電位差が大きいために、スロットS内では距離を大きくすることが一般的である。しかし、経年変化や、電動機3 5の振動などによって巻始め点4 1と巻終り点4 2が接触する可能性がある。

[0037] 以上説明したインバータ駆動電動機における前提構成における課題解決のために本発明においては、インバータ駆動電動機のインバータと電動機を接続する中継点である端子箱1 0 0において、インバータ側ケーブル9と電動機側口出し線1 0とを連結する端子板と、端子箱に収納したコンデンサと、端子箱に電氣的に接続された接地板を備え、端子板とコンデンサと接地板を直列に配線することにした。以下、これを実現するための幾つかの本発明の実施例の形態を、図を用いて説明する。

[0038] まず図1に示す実施例1について説明する。図1 (a)は端子箱1 0 0を上から見たときの平面図を示しており、図1 (b)は、図1 (a)のA-A断面図を示している。

[0039] 最初に図1 (a)の平面図によれば、端子箱1 0 0の左側から各相のインバータ側ケーブル9 U、9 V、9 Wがインバータ側接続端子1 1にそれぞれ接続され、端子箱1 0 0の右側は各相のモータ側口出し線1 0 U、1 0 V、1 0 Wがモータ側接続端子1 2にそれぞれ接続されている。各相のインバータ側接続端子1 1と各相のモータ側接続端子1 2の間は、各相の端子板1 0 1により接続されている。なお、端子箱1 0 0内には絶縁材料1 0 3が充填されており、各相間の絶縁が確保されている。

[0040] 図1 (b)は、u相を例としてA-A断面を示している。端子箱1 0 0の上部は、各相のインバータ側接続端子1 1と各相のモータ側接続端子1 2の間が、各相の端子板1 0 1により接続され、各端子1 1、1 2からケーブル9、1 0が延伸している様子を示している。また端子箱1 0 0内には絶縁材料1 0 3が充填されており、各相間の絶縁が確保されている。

[0041] また図 1 (b) を高さ方向に見てみると、最下部に端子箱 100 と電氣的に接続された接地板 102 を配置しており、中間部にコンデンサ 104 を搭載する基板 105 を配置している。なお、上段に端子板 101、中段にコンデンサ搭載基板 105、下段に接地板 102 を配置し、かつこれらの間を絶縁材料 103 で充填するための位置関係を確保するために、適宜端子板 101 と接地板 102 の間、およびコンデンサ搭載基板 105 と接地板 102 の間に絶縁材料で構成された支持部材 106、107 が備えられている。

[0042] なお中間部に搭載されるコンデンサ 104 は、後述するように複数のコンデンサが直並列接続されたものとされるのが望ましいが、その一端は各相の端子板 101 に接続されており、その他端は下段の接地板 102 に接続されている。

[0043] 図 1 の配電箱 100 は、以下のような手順で製造される。まず、端子板 101 と接地板 102 を絶縁材料の支持部材 106 で固定し、端子板 101 と接地板 102 の中間に高熱伝導の基板 105 の上にコンデンサ 104 を設置して、端子板 101 とコンデンサ 104 と接地板 102 を直列に配線する。その次に、シリコンゴムなどの熱硬化型の絶縁材料 103 を端子板 101 の底面まで流し込み、炉で熱を加えて硬化させる。本実施例によれば、端子板 101 と接地板 102 の距離を十分に確保することができ、主電流磁界による渦電流の発熱を小さくできる。また、絶縁材 103 で端子箱 100 を充填するために電動機 35 の振動や熱延びの剥離による沿面放電が発生しない。

[0044] なお配電箱 100 内において、端子板 101 と接地板 102 の間にコンデンサ 104 を設置することについて、積層セラミックコンデンサに代表される安価で小型化されたコンデンサ 104 を用いた場合は、コンデンサのプラス電極とマイナス電極間で沿面放電や空間放電が発生しないようにする必要がある。

[0045] この点について、非特許文献 2 には電圧値による空間距離と沿面距離の最小値が開示されており、この空間距離と沿面距離を満足するようにコンデン

サを配置する必要がある。そのため、コンデンサ 104 の直列数を増やすことにより、コンデンサ 104 の 1 個あたりの電圧を減らすことができるため、非特許文献 2 に記載の空間距離と沿面距離を減らすことができる。また、コンデンサ 104 の並列数を増やすことにより、静電容量を増加し、RC フィルタに必要な静電容量を得ることができる。このようにコンデンサを直列、並列に接続することにより、空間距離と沿面距離を保ちつつ、RC フィルタに必要な静電容量を得ることができる。

[0046] 図 10 に、上記知見を加味したコンデンサ 104 の配置例を示す。絶縁樹脂箱 108 に、コンデンサ 104 を直列と並列に接続する。直列接続した複数のコンデンサ 104 の両端を板ばね 105 で保持する。板ばね 105 で保持することにより、コンデンサ 104 の温度変化や電動機の振動による反りに伴う応力の緩和をすることができる。なお、直並列接続されたコンデンサのプラス電極 110 側は端子板側リード線を介して端子板 101 に接続され、マイナス電極 111 側は端子箱側リード線を介して接地板 102 に接続される。絶縁樹脂箱 108 は、例えば図 (b) の基板 105 に搭載されて使用される。

[0047] 図 11 に実施例 2 の端子箱の A-A 断面構成を示す。なお、平面構成は図 1 (a) と同じなので図示、説明を省略する。図 11 では、インバータケーブル 9 から電動機 35 に流れる主電流 I の方向に対して垂直方向に、端子板 101 と同じ幅のプラス電極面 110 を複数取り付ける。また、同様に接地板 102 にもインバータケーブル 9 から電動機 35 に流れる電流 I の方向に対して垂直方向に、接地板 102 と同じ幅のマイナス電極面 111 を複数取り付け、端子板 101 のプラス電極面 110 と接地板 102 のマイナス電極面 111 を互い違いに積層し、電極間の空隙に高誘電材料を挿入する。

[0048] 図 11 の実施例 2 によれば、図 1 の実施例 1 と同様に、端子板 101 と接地板 102 の距離を十分に確保することができ、また電極面 110、111 の積層方向が主電流 I に対して垂直であるため、主電流磁界による渦電流の発熱が小さくなる。また、絶縁材で端子箱 100 を充填するために電動機 3

5の振動や熱延びの剥離による沿面放電が発生しない。

[0049] 図12に実施例3の端子箱のA-A断面構成を示す。なお、平面構成は図1(a)と同じなので図示、説明を省略する。図12では、図11のプラス電極110とマイナス電極111の中間に中間電極112を挟み込んだ構造を採用している。中間電極112は、端子板101と接地板102のいずれにも接続されない。

[0050] 図13に実施例4の端子箱のA-A断面構成を示す。なお、平面構成は図1(a)と同じなので図示、説明を省略する。図13では、プラス電極110とマイナス電極111の間にフィルムを挟み込んで巻いた構造である。誘電体であるフィルムと電極である金属箔を巻き取って電極を引出した構造である。実施例4によれば、端子箱100だけを交換すれば良いため既設の電動機35にも容易にコイル電圧上昇の対策が可能である。

[0051] 図14に実施例5の端子箱のA-A断面構成を示す。なお、平面構成は図1(a)と同じなので図示、説明を省略する。図14では、プラス電極110とマイナス電極111を交互に端子板101と接地板102の間に高さ方向に積層配置した例を示している。

[0052] 図15は、上記実施例に示した手法で、端子箱100内の端子板101と接地板102の間に静電容量を形成したときの入力側と出力側の電圧波形を示している。入力側電圧波形は、急峻な立ち上がりを示しているのに対し、出力側電圧波形は立ち上がりの時間変化分が大きいことが理解できる。またこの波形変化により電動機の供電ライン側第1コイルに対する繰り返し過電圧が軽減されることが理解できる。

[0053] 以上説明したように、本実施形態によれば、電動機35あるいはインバータ駆動電動機システムを使用した場合、電動機35の供電ライン側第1コイルのコイル電圧を低減し、巻線間絶縁劣化を防止することができる。このため、インバータ駆動時にも急峻なインバータサージが加わることが原因と考えられる電動機巻線間絶縁劣化を防止した電動機35あるいはインバータ駆動電動機システムを提供することができる。

符号の説明

- [0054] 1 : ハウジング
2 : エンドブラケット
3 : ベアリング
4 : 回転子
5 : 固定子
6 : コイル
7 : 取り付け脚
8 : 冷却フィン
9 : インバータ側ケーブル
10 : モータ側の口出し線
23 : シャフト
30 : コンバータ回路
31 : 平滑コンデンサ
32 : インバータ回路
33 : スイッチング素子
35 : 電動機
40 : 第1コイル
41 : 巻始め
42 : 巻終り
43 : U端子
44 : V端子
45 : W端子
100 : 端子箱
101 : 端子板
102 : 接地板

請求の範囲

- [請求項1] インバータとインバータに駆動される電動機からなるインバータ駆動電動機において、 インバータと電動機を端子箱で接続するとともに、該端子箱内にはインバータ側ケーブルと電動機側口出し線とを連結する端子板と、前記端子箱の底面に設けられた接地板と、前記端子板と前記接地板との中間に直列接続されたコンデンサを含むことを特徴とするインバータ駆動電動機。
- [請求項2] 請求項1に記載のインバータ駆動電動機において、
前記コンデンサは、直列接続されたコンデンサが複数、並列接続または直列接続されていることを特徴とするインバータ駆動電動機。
- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載のインバータ駆動電動機において、
前記インバータ側ケーブルと前記電動機側口出し線とを連結する前記端子板は前記端子箱内上部に配置され、前記接地板は前記端子箱底面に設けられ、前記コンデンサは前記端子板と前記接地板の間の空間に配置されるとともに、前記端子箱内には絶縁材料が充填されていることを特徴とするインバータ駆動電動機。
- [請求項4] 請求項3に記載のインバータ駆動電動機において、
前記コンデンサは基板上に搭載されて形成され、かつ前記基板を前記端子板と前記接地板の間の空間に配置するために、端子板と接地板の間、およびコンデンサ搭載基板と接地板の間を絶縁材料で構成された支持部材により保持することを特徴とするインバータ駆動電動機。
- [請求項5] 請求項3に記載のインバータ駆動電動機において、
前記インバータケーブルから前記電動機に流れる電流に対して垂直方向に、複数の電極面を前記端子板に取り付け、前記インバータケーブルから前記電動機に流れる電流に対して垂直方向に、複数の電極面を前記接地板に取り付け、前記端子板側電極面と前記接地板側電極面を互い違いに積層させることにより前記コンデンサを形成し、空隙に

絶縁材料を挿入することを特徴とするインバータ駆動電動機。

[請求項6] 請求項5に記載のインバータ駆動電動機において、
互い違いに積層された前記端子板側電極面と前記接地板側電極面の間に中間電極を配置することを特徴とするインバータ駆動電動機。

[請求項7] 請求項3に記載のインバータ駆動電動機において、
前記コンデンサは、プラス電極とマイナス電極の間にフィルムを挟み込んで巻いた構造であり、誘電体であるフィルムと電極である金属箔を巻き取って電極を引出したことを特徴とするインバータ駆動電動機。

[請求項8] 請求項3に記載のインバータ駆動電動機において、
前記コンデンサは、プラス電極とマイナス電極を交互に積層し、端子板と接地板の間に配置したことを特徴とするインバータ駆動電動機。

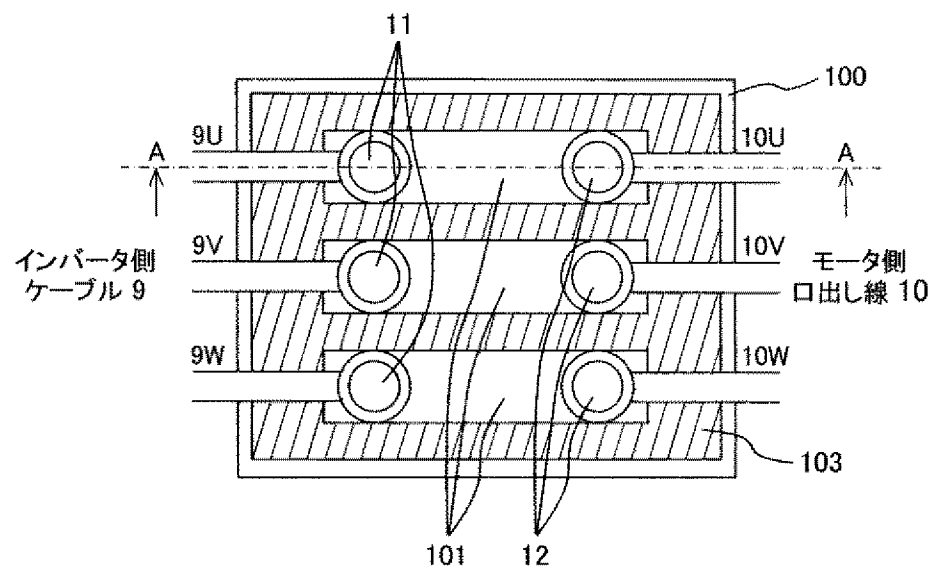
[請求項9] 請求項4に記載のインバータ駆動電動機において、
前記コンデンサを保持する前記基盤は、絶縁材料の筐体の両端に板ばねを装着し、直列接続、または並列接続した前記コンデンサを板ばねで挟み込み、板ばねの正極側を前記端子板に接続し、負極側を前記端子箱底面に配線することを特徴とするインバータ駆動電動機。

[請求項10] 請求項3から請求項9のいずれか1項に記載のインバータ駆動電動機において、
前記絶縁材料はシリコーンゲル、またはシリコームゴムであることを特徴とするインバータ駆動電動機。

[請求項11] 請求項1から請求項10のいずれか1項に記載のインバータ駆動電動機において、
前記コンデンサは積層セラミックコンデンサであることを特徴とするインバータ駆動電動機。

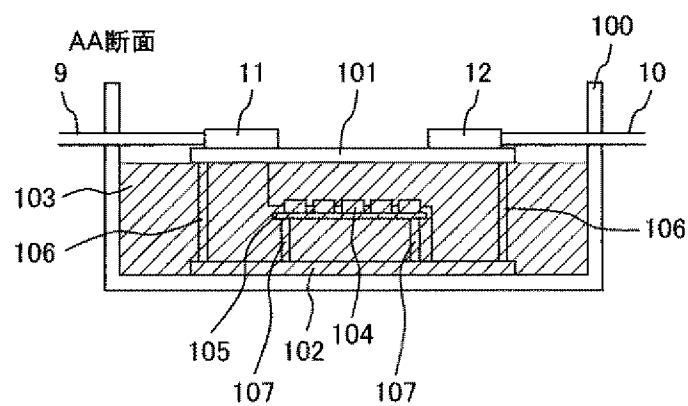
[図1(a)]

図 1(a)



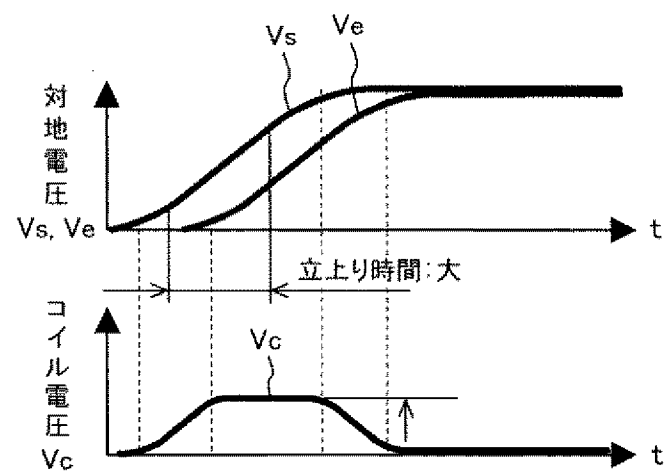
[図1(b)]

図 1(b)



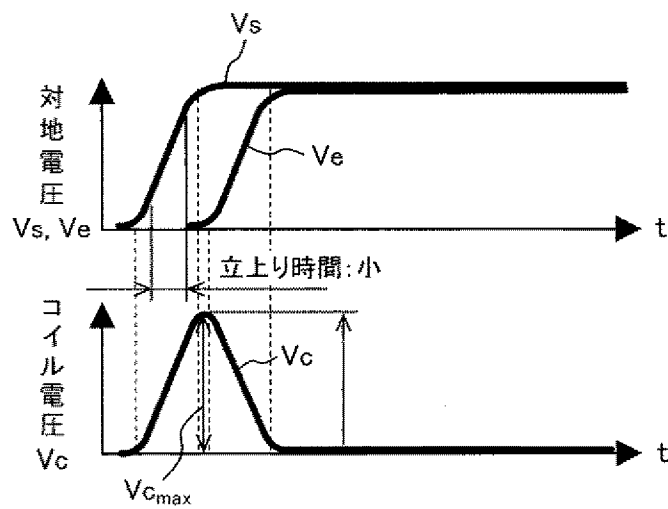
[図2(a)]

図 2(a)



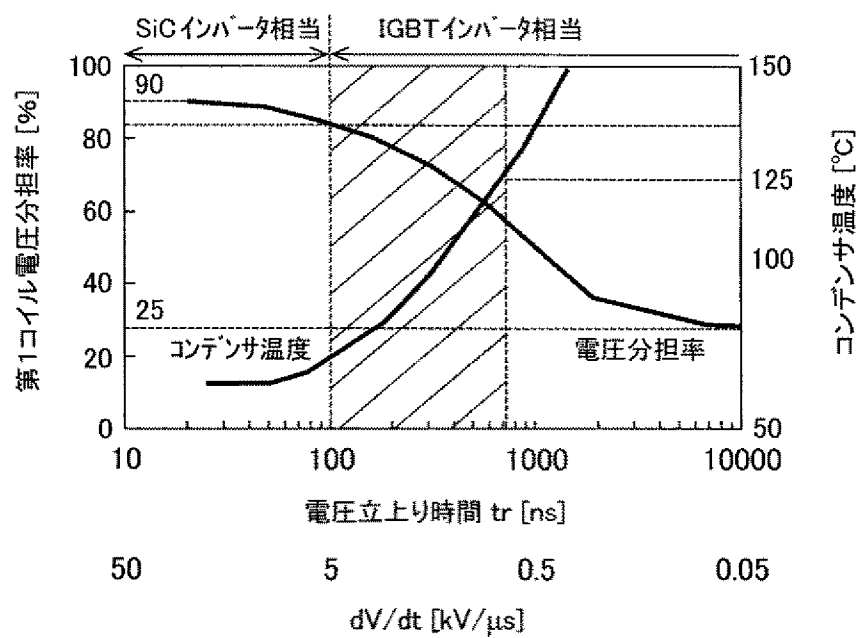
[図2(b)]

図 2(b)



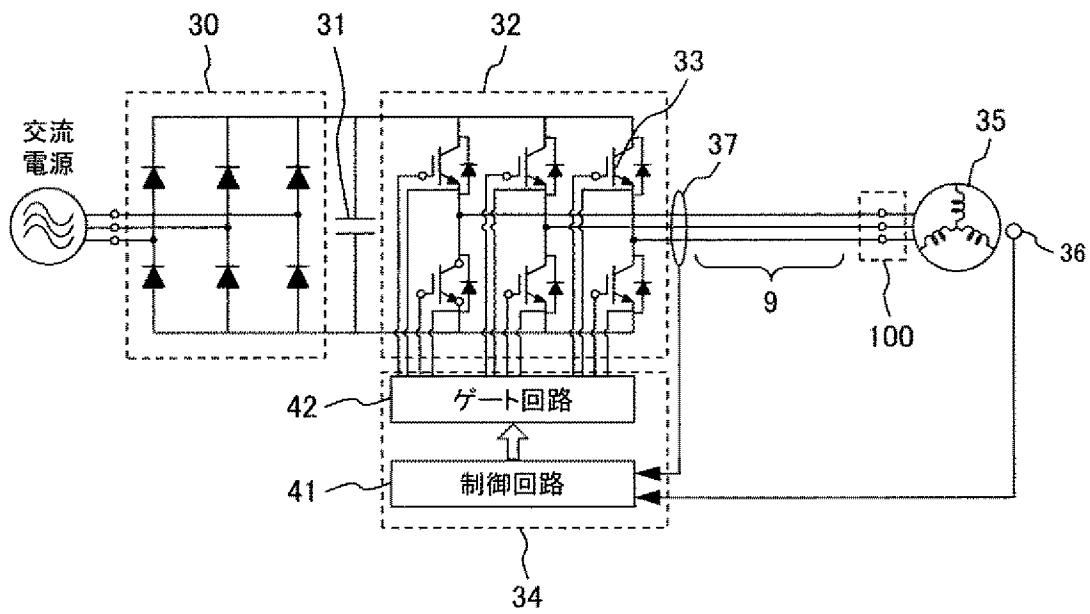
[図3]

図 3



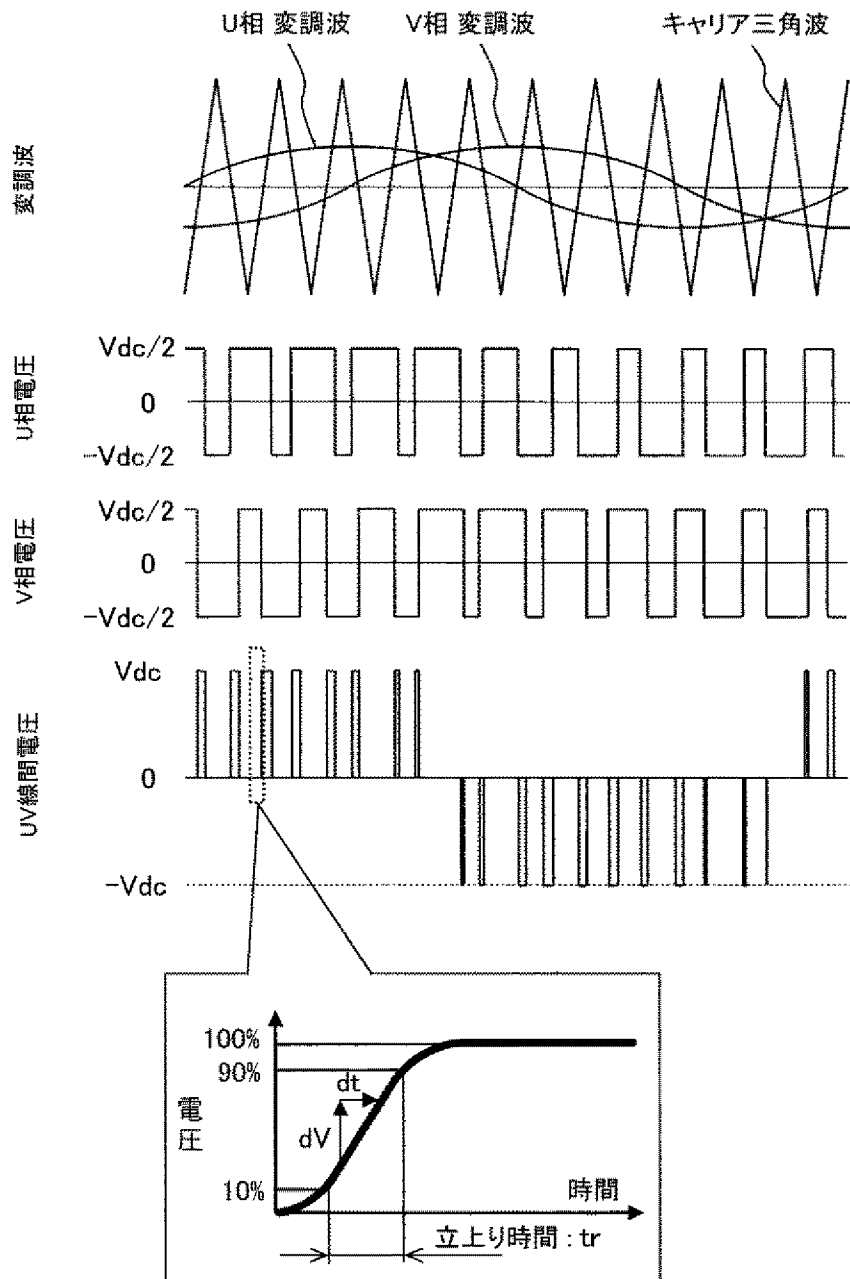
[図4]

図 4



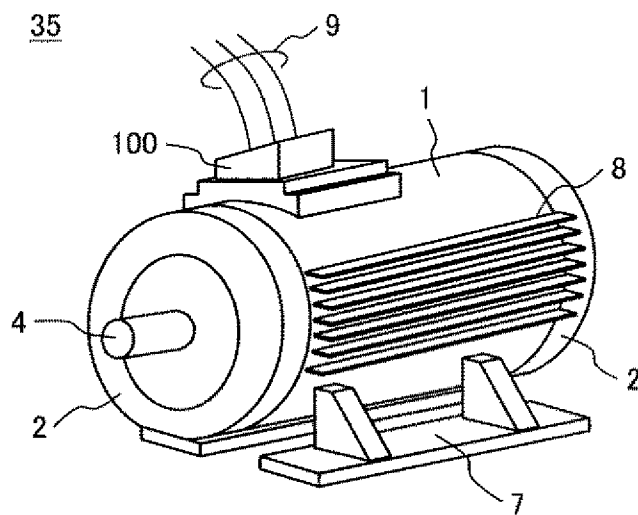
[図5]

図 5



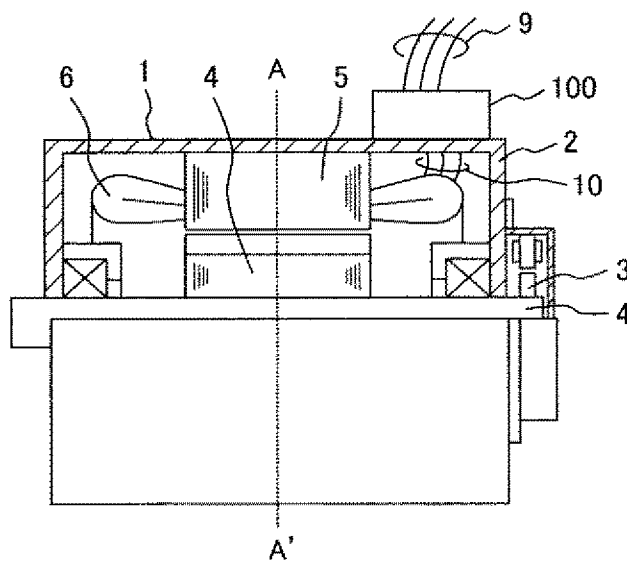
[図6]

図 6



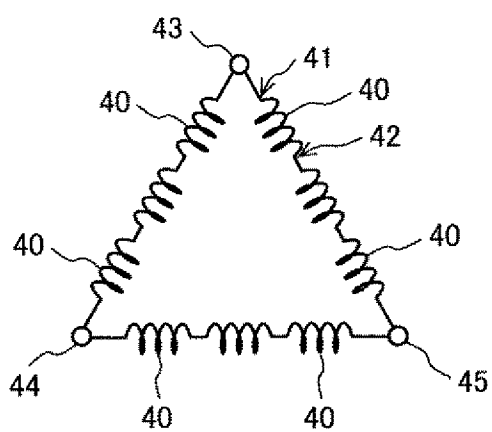
[図7]

図 7



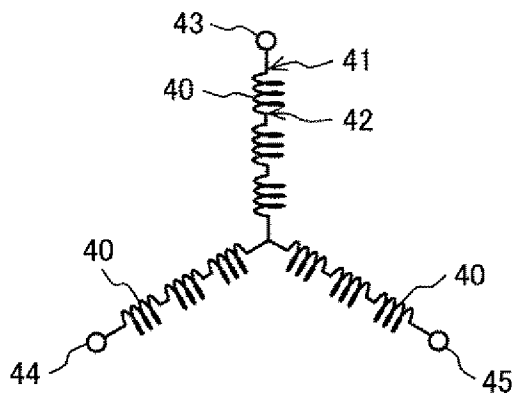
[図8(a)]

図 8(a)



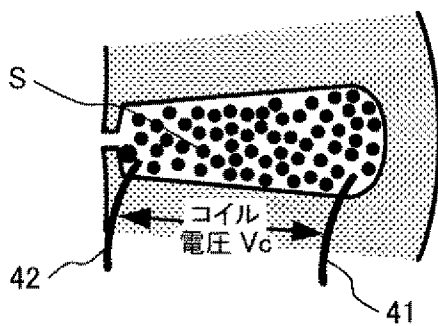
[図8(b)]

図 8(b)



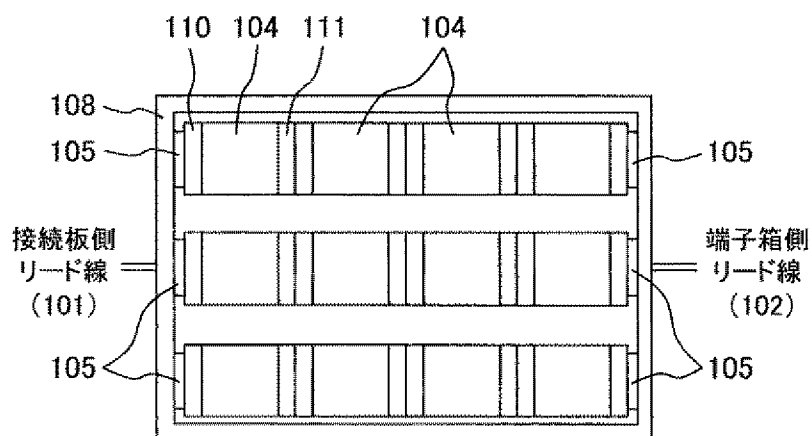
[図9]

図 9



[図10]

図 10



义 11

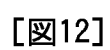
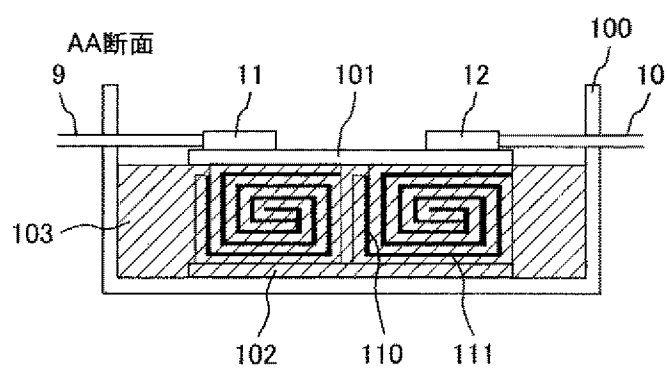


图 12

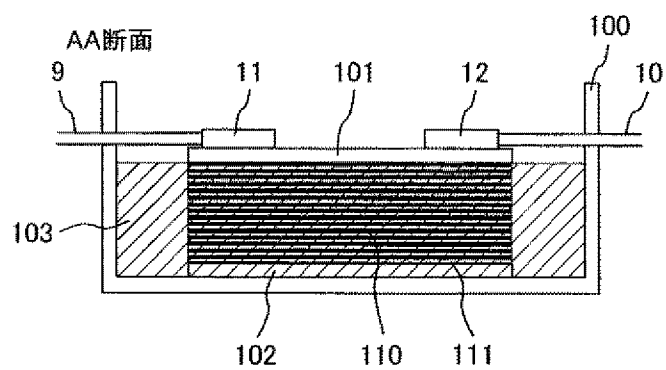


13



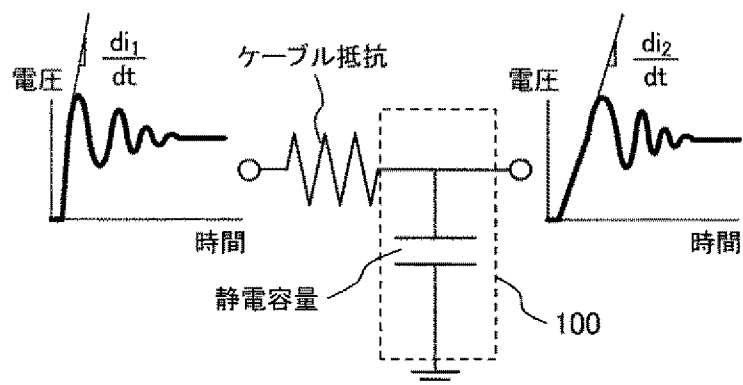
[図14]

図 14



[図15]

図 15



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02K5/22(2006.01)i, H02P27/06(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)

H02K5/22, H02P27/06

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X A	JP 2010-63241 A (Toyota Motor Corp.), 18 March 2010 (18.03.2010), paragraphs [0012] to [0030]; fig. 3 (Family: none)	1-2, 11 3-10
A	JP 2010-51134 A (Tokyo Metropolitan University), 04 March 2010 (04.03.2010), entire text; drawings (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 March, 2014 (24.03.14)

Date of mailing of the international search report
01 April, 2014 (01.04.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050880

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 11857/1992 (Laid-open No. 41068/1994) (Fuji Electric Industry Co., Ltd.), 31 May 1994 (31.05.1994), entire text; drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H02K5/22(2006.01)i, H02P27/06(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（I P C））

Int.Cl. H02K5/22, H02P27/06

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	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014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
X A	JP 2010-63241 A（トヨタ自動車株式会社）2010.03.18, [0012]-[0030]、図3（ファミリーなし）	1-2, 11 3-10
A	JP 2010-51134 A（公立大学法人首都大学東京）2010.03.04, 全文、 図面（ファミリーなし）	1-11
A	日本国実用新案登録出願 4-11857 号（日本国実用新案登録出願公開 6-41068 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM（不二電機工業株式会社）1994.05.31, 全文、図面（ファミ	1-11

☒ 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

24.03.2014

国際調査報告の発送日

01.04.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/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）

安食 泰秀

3 V

3740

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
	リーなし)	