

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5988729号  
(P5988729)

(45) 発行日 平成28年9月7日(2016.9.7)

(24) 登録日 平成28年8月19日(2016.8.19)

(51) Int.Cl.	F 1
HO2J 7/00 (2006.01)	HO2J 7/00 Q
GO1R 31/00 (2006.01)	GO1R 31/00
HO1M 10/48 (2006.01)	HO2J 7/00 S
	HO1M 10/48 P

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2012-146411 (P2012-146411)  
 (22) 出願日 平成24年6月29日 (2012.6.29)  
 (65) 公開番号 特開2014-11872 (P2014-11872A)  
 (43) 公開日 平成26年1月20日 (2014.1.20)  
 審査請求日 平成27年5月18日 (2015.5.18)

(73) 特許権者 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号  
 (74) 代理人 100088199  
 弁理士 竹中 岳生  
 (74) 代理人 100073759  
 弁理士 大岩 増雄  
 (74) 代理人 100094916  
 弁理士 村上 啓吾  
 (74) 代理人 100127672  
 弁理士 吉澤 憲治  
 (72) 発明者 遠矢 将大  
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

監視対象となる電力用コンデンサ、前記電力用コンデンサに電気的に並列に接続された判定基準となる基準コンデンサ、前記電力用コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達したことを検出する回路、前記基準コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達したことを検出する回路、及び前記電力用コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達した時間と前記基準コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達した時間を比較し前記電力用コンデンサの異常を診断する診断手段を備えたものであって、前記電力用コンデンサの充電状態と前記基準コンデンサの充電状態をもとに前記両コンデンサを電気的に並列接続するかまたは切り離す回路、前記基準コンデンサと電源を前記電力用コンデンサの充電状態と前記基準コンデンサの充電状態をもとに接続または切り離す回路を備えたことを特徴とする電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。

## 【請求項2】

前記両コンデンサを電気的に並列接続するかまたは切り離す回路と、前記基準コンデンサと電源を前記電力用コンデンサの充電状態と前記基準コンデンサの充電状態をもとに接続または切り離す回路とは、半導体スイッチにより構成されていることを特徴とする請求項1に記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。

## 【請求項3】

前記両コンデンサを電気的に並列接続するかまたは切り離す回路と、前記基準コンデンサと電源を前記電力用コンデンサの充電状態と前記基準コンデンサの充電状態をもとに接

続または切り離す回路とは、リレー接点により構成されていることを特徴とする請求項1に記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。

【請求項4】

前記電力用コンデンサの充電完了後、前記電力用コンデンサと電源が電気的に切り離され、コンデンサのリーク電流や接続される回路抵抗による電圧降下後の再充電時においても前記電力用コンデンサの異常を診断することを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。

【請求項5】

電源オフ時または前記電力用コンデンサの充電完了後、前記基準コンデンサの充電完了後は、前記電力用コンデンサと前記基準コンデンサを並列接続する回路とすることにより、前記電力用コンデンサに電荷が残っている状態での電源投入時および電力用コンデンサに蓄えた電荷を駆動コイルに放電させた後の再充電時においても前記電力用コンデンサの異常を診断することを可能にすることを特徴とする請求項1から請求項3の何れかに記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。 10

【請求項6】

前記電力用コンデンサの容量とその充電抵抗による時定数と前記基準コンデンサとその充電抵抗による時定数を比較することにより、前記基準コンデンサの充電抵抗を大きくするとともに、前記基準コンデンサの容量を小さくすることを可能としたことを特徴とする請求項1から請求項5の何れかに記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。 20

【請求項7】

ダイオードと第1のスイッチと充電抵抗と監視対象の電力用コンデンサを介して電源に接続された第1の回路、ダイオードと第2のスイッチと基準コンデンサと充電抵抗を介して前記電源と接続された第2の回路、前記第1の回路の前記電力用コンデンサの電圧を分圧して第1のコンパレータに導く回路、前記基準コンデンサと接続された充電抵抗の出力を第2のコンパレータに導く回路、及び前記電力用コンデンサの充電状態信号を示す前記第1のコンパレータの出力と前記基準コンデンサの充電状態信号を示す前記第2のコンパレータの出力を比較し、前記電力用コンデンサの異常を診断する診断手段を備えたことを特徴とする電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。

【請求項8】

前記第2の回路において、前記基準コンデンサと前記充電抵抗は直列に接続され、前記充電抵抗は直列に接続された2つの抵抗からなり、前記2つの抵抗の接続点から反転レベルシフト回路を介して前記第2のコンパレータに入力されるようにしたことを特徴とする請求項7に記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。 30

【請求項9】

前記診断手段は、論理素子により構成されたことを特徴とする請求項1から請求項8の何れかに記載の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、機器に組み込まれる電力用コンデンサを充電する装置において、この電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置に関する。 40

【背景技術】

【0002】

従来のコンデンサの異常診断装置においては、コンデンサの両端電圧値と閾値とを比較して該閾値を充電開始時におけるコンデンサの両端電圧値（初期値）を検出する検出手段と、該初期値に基づき、閾値を該初期値以上に可変設定して、この可変された閾値と、充電開始後におけるコンデンサの両端電圧値とを比較してコンデンサの異常を診断する診断手段とを備える。（例えば、特許文献1参照）

【先行技術文献】

【特許文献】

**【0003】**

【特許文献1】特開平6-207959号公報（【0007】、【0008】、図1）

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

従来のコンデンサの異常診断装置では、コンデンサの充電時の充電時間と充電電圧の関係を判定基準とし、充電時のコンデンサ充電電圧をA/Dコンバータで検出した後、マイクロコンピュータにより判定基準と比較しコンデンサの劣化を検出している。しかし、コンデンサの充電時の充電時間と充電電圧の関係は電源電圧により変動するため、電源電圧が変動した場合は正しく判定することができないという課題があった。

10

**【0005】**

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、コンデンサの充電電圧が変動しても正しくコンデンサの異常を診断することができる電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置を得ようとするものである。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

本発明に係る電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置は、監視対象となる電力用コンデンサ、前記電力用コンデンサに電気的に並列に接続された判定基準となる基準コンデンサ、前記電力用コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達したことを検出する回路、前記基準コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達したことを検出する回路、及び前記電力用コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達した時間と前記基準コンデンサの充電電圧がその基準電圧に達した時間を比較し前記電力用コンデンサの異常を診断する診断手段を備えたものであって、前記電力用コンデンサの充電状態と前記基準コンデンサの充電状態をもとに前記両コンデンサを電気的に並列接続するかまたは切り離す回路、前記基準コンデンサと電源を前記電力用コンデンサの充電状態と前記基準コンデンサの充電状態をもとに接続または切り離す回路を備えたことを特徴とするものである。

20

**【発明の効果】****【0007】**

本発明によれば、監視対象となる電力用コンデンサと判定基準となる基準コンデンサを電力用コンデンサの充電状態と判定基準を生成する基準コンデンサの充電状態をもとに電気的に並列接続または切り離す回路、基準コンデンサと電源を電力用コンデンサの充電状態と基準コンデンサの充電状態をもとに接続または切り離す回路を備えることにより、電力用コンデンサの充電電圧が変動しても正しくコンデンサの異状を診断することができる。このため、電力用コンデンサに蓄えた電荷を駆動コイルに放電させた後の再充電時においてもコンデンサの異常を診断することができる。

30

**【図面の簡単な説明】****【0008】**

【図1】本発明の実施の形態1を示す電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置のプロック図である。

【図2】本発明の電力用コンデンサの充電カーブと基準コンデンサの充電カーブの関係を示すタイミングチャートである。

40

【図3】本発明の実施の形態2を示す電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置のプロック図である。

【図4】本発明の電力用コンデンサが組み込まれる開閉装置の一例を示す図で、(a)は正面図、(b)は側面図を示す。

【図5】本発明のコンデンサの充電カーブとスイッチ制御回路と検出時間比較の関係を示すタイミングチャート(電源投入時)である。

【図6】本発明のコンデンサの充電カーブとスイッチ制御回路と検出時間比較の関係を示すタイミングチャート(駆動コイル放電時)である。

**【発明を実施するための形態】**

50

## 【0009】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1における電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置のブロック図である。図1において、電力用コンデンサ1は充電抵抗2に接続しており、第1のスイッチ3をオンすることにより電源4からダイオード5を通じて充電される。電力用コンデンサ1の充電電圧は分圧抵抗6と分圧抵抗7により分圧され第1のコンパレータ8に入力され、第1の基準電圧9と比較される。第1のコンパレータ8は電力用コンデンサ1の充電電圧がその基準電圧に達したことを検出する回路を構成する。第1の基準電圧9は電力用コンデンサ1の目標とする充電完了電圧を分圧抵抗6と分圧抵抗7と同じ分圧比で分圧した場合の電圧と同じ値に設定する。第1のコンパレータ8はこの比較結果を電力用コンデンサ1の充電状態信号として、検出時間比較回路10へ出力する。検出時間比較回路10は電力用コンデンサ1の充電電圧がその基準電圧に達した時間と基準コンデンサ11の充電電圧がその基準電圧に達した時間を比較し電力用コンデンサ1の異常を診断する診断手段を構成する。第1のコンパレータ8の出力は充電完了時にハイレベル、充電未完了時にローレベルとなる。

なお、ここで、ダイオード5、第1のスイッチ3、充電抵抗2、電力用コンデンサ1は第1の回路を構成する。

## 【0010】

基準コンデンサ11は充電抵抗23に接続しており、基準コンデンサ11と電源4を電力用コンデンサ1の充電状態と基準コンデンサ11の充電状態をもとに接続または切り離す回路である第2のスイッチ14をオンすることにより電源4からダイオード15を通じて充電される。基準コンデンサ11の充電電圧は分圧抵抗12と分圧抵抗13により分圧され、第2のコンパレータ22に入力され、第2の基準電圧16と比較される。第2のコンパレータ22は基準コンデンサ11の充電電圧がその基準電圧に達したことを検出する回路を構成する。分圧抵抗12と分圧抵抗13の分圧比は、電力用コンデンサ1側に設けた分圧抵抗6と分圧抵抗7の分圧比と同じにする。第2の基準電圧16は電力用コンデンサ1の目標とする充電完了電圧を分圧抵抗6と分圧抵抗7と同じ分圧比で分圧した場合の電圧と同じ値に設定する。第2のコンパレータ22は基準コンデンサ11の充電電圧と第2の基準電圧16の比較結果を基準コンデンサ11の充電状態信号として検出時間比較回路10へ出力する。第2のコンパレータ22の出力は基準コンデンサ11の充電完了時にハイレベル、充電未完了時にローレベルとなる。

なお、ここで、ダイオード15、第2のスイッチ14、基準コンデンサ11、分圧抵抗12、分圧抵抗13は第2の回路を構成する。

## 【0011】

電力用コンデンサ1と基準コンデンサ11は電力用コンデンサ1の充電状態と基準コンデンサ11の充電状態をもとに両コンデンサを電気的に接続または切り離す回路である第3のスイッチ17がオンすると、保護抵抗18を通じて並列接続される。電力用コンデンサ1と基準コンデンサ11は第3のスイッチ17がオフすると切り離される。スイッチ制御回路19は、第1のコンパレータ8の出力する電力用コンデンサ1の充電状態信号Aと第2のコンパレータ22が出力する基準コンデンサ11の充電状態信号Bをもとに第1のスイッチ3、第2のスイッチ14、第3のスイッチ17を制御する。

## 【0012】

電力用コンデンサ1は第4のスイッチ20をオンすると、駆動コイル21に接続される。スイッチ制御回路19は、駆動コイル動作指令信号Dと電力用コンデンサ1の充電状態信号Aをもとに第4のスイッチ20を制御する。ここで駆動コイル21は図4に示すような電力用の真空遮断器の電磁操作機構用の駆動コイルであり、真空遮断器の開閉を電磁気的な吸引により行うためのものである。駆動コイル動作指令とは電力用コンデンサ1に蓄えた電荷を駆動コイル21へ放電を要求する電気信号である。

真空遮断器は、駆動コイル動作指令が入力されると電力用コンデンサ1に蓄えられた電荷が第4のスイッチ20を介して駆動コイル21に供給される。その結果、駆動コイル2

1が付勢されることによって真空遮断器の接点が開閉されて、この真空遮断器に接続されたモータ等の負荷（図示せず）と負荷に電力を供給する電力系統（図示せず）との開閉動作が行われる。

上記では、組み込む機器を真空遮断器を例に説明したが、繰り返し充電される電力用コンデンサが組み込まれた機器であれば、真空遮断器に限定されることはなく電磁接触器でも良く、本発明の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置をその機器に組み込むことにより、充電するための電源の出力電圧が変動しても組み込まれた電力用コンデンサの異常を診断できることは言うまでもない。

#### 【0013】

検出時間比較回路10は、論理素子等で構成され、第1のコンパレータ8と第2のコンパレータ22の出力の時間差を比較することにより、電力用コンデンサ1の異常をコンデンサ異状検出信号Cとして出力する。 10

#### 【0014】

このように構成された電力用コンデンサ1の異常診断機能付充電装置において、まずコンデンサ充電用の電源投入における電力用コンデンサ1の異常診断動作について説明する。

図5に示すように、電源投入する前は第3のスイッチ17がオン状態になっている。第3のスイッチ17には例えばリレー接点のb接点を使用する。電力用コンデンサ1の初期充電電圧を(V1)とすると、スイッチ17にリレー接点のb接点を用いることにより電源投入前は電力用コンデンサ1の充電電圧と基準コンデンサ11の充電電圧は同じ(V1)となっている。ここで、電力用コンデンサ1の初期充電電圧(V1)は、図5では、0Vより大きい値を設定しているが、0Vでも良く、この場合は充電時間を大きく出来て、精度良く電力用コンデンサ1の異常を診断出来る。 20

電源が投入されると同時に、スイッチ制御回路19は第3のスイッチ17をオフする。さらに、電源が投入された時点において第1のコンパレータ8により電力用コンデンサ1の初期充電電圧が分圧抵抗6と分圧抵抗7で分圧された電圧が第1の基準電圧9よりも小さい場合は、第1のコンパレータ8は電力用コンデンサ1の充電状態が充電未完と判定してローレベルの充電状態信号を出力する。この充電状態信号は、スイッチ制御回路19に入力され、スイッチ制御回路19によって第1のスイッチ3がオンされる。その結果、電源4からダイオード5を介して電力用コンデンサ1に電力が供給され、電力用コンデンサ1の充電が開始される。この時、第1のスイッチ3と同時に第2のスイッチ14がオンされ、基準コンデンサ11も充電される。 30

#### 【0015】

電力用コンデンサ1が正常で容量劣化していない場合は、後述するように電力用コンデンサ1の時定数が、基準コンデンサ11の時定数より大きいため、基準コンデンサ11が充電完了検出電圧(Vd)に到達し、第2のコンパレータ22の出力が第1のコンパレータ8の出力より先にハイレベルとなる。第1のコンパレータ8の出力は、電力用コンデンサ1の出力が充電完了検出電圧(Vd)に到達するとハイレベルになる。第1のコンパレータ8と第2のコンパレータ22の出力の両方がハイレベルとなった時点で第2のスイッチ14をオフ、第3のスイッチ17をオンし、電力用コンデンサ1と基準コンデンサ11を並列接続状態とする。なお、第2のコンパレータ22の方が第1のコンパレータ8よりも先にハイレベルとなったので、検出時間比較回路10からはコンデンサ異常検出信号は出力されない。以上のように、本実施の形態の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置は、電力用コンデンサ1の充電を行うのと併せて、電力用コンデンサ1の異常が無いことを診断することができる。 40

#### 【0016】

電力用コンデンサ1が容量劣化している場合は、電力用コンデンサ1が充電完了検出電圧(Vd)に到達し、第1のコンパレータ8の出力が第2のコンパレータ22の出力より先にハイレベルとなる。検出時間比較回路10は、第1のコンパレータ8の出力が第2のコンパレータ22の出力より図5に示すように時間Tbだけ先にハイレベルとなった状態 50

が所定の時間経過後、コンデンサ異常検出信号Cを出力する。ここで、検出時間比較回路10はコンデンサ異常検出信号として異常の有無をデジタル信号として出力するほかに、時間Tbの長さに応じて劣化の度合いを電圧レベル等のアナログ出力することもできる。

#### 【0017】

電源投入時の電力用コンデンサ1の充電カーブは図2の充電曲線L1に示すように、充電抵抗2の抵抗値R1と電力用コンデンサ1の静電容量C1により決まる時定数τ1に基づき指数関数的に上昇する。真空遮断器の動作保証は電源電圧の75%が下限であり、これに10%のマージンを見込んで、電力用コンデンサ1の充電完了電圧を電源電圧の65%に設定した場合、電力用コンデンサ1の正常時の充電完了時間t1は次式により求まる。ここで電源電圧はViとする。

$$1 = C_1 \times R_1 \quad (\text{式 } 1)$$

$$t_1 = -\frac{1}{R_1} \times \ln((100 - 65) / (100 - V_1 / V_i)) \quad (\text{式 } 2)$$

#### 【0018】

電力用コンデンサ1は大容量、例えば50mF程度が必要とされるため、一般的に電解コンデンサを使用する。電解コンデンサは使用時間が長くなるとコンデンサの容量抜けが発生し、静電容量C1が減少する。また高温環境下ではこの容量抜けが早まり、充放電を繰り返す電力用コンデンサにおいては、充放電電流による自己発熱のため容量抜けが加速される傾向にある。静電容量が減少した電力用コンデンサ1の充電カーブを図2に充電曲線L3として示す。静電容量C1が減少するため、コンデンサ劣化時の充電完了時間t3はt1より短い値となる。

#### 【0019】

一方、基準コンデンサ11は電力用コンデンサ1に比べ小容量、例えば10μF程度のものを使用する。基準コンデンサ11の充電抵抗23を電力用コンデンサ1の充電抵抗2に比べ大きな値とすることにより、電力用コンデンサ1の充電時定数と近い値とする。基準コンデンサ11は小容量にすることにより、静電容量許容差の少ない、温度による特性バラツキの少ない、寿命特性のよい、無極性の部品、例えばフィルムコンデンサを使用することができる。また小容量であることにより、コンデンサの充電時、放電時の電力損失は電力用コンデンサに比べ少なく、発熱による寿命劣化が少ない。

#### 【0020】

基準コンデンサ11の充電カーブは、図2の充電曲線L2に示すように、充電抵抗23の抵抗値R2と基準コンデンサ11の静電容量C2により決まる時定数τ2に基づき指数関数的に上昇する。

基準コンデンサ11の充電完了電圧を電力用コンデンサと同じく電源電圧の65%に設定した場合、基準コンデンサ11の充電完了時間t2は次式により求まる。

$$2 = C_2 \times R_2 \quad (\text{式 } 3)$$

$$t_2 = -\frac{2}{R_2} \times \ln((100 - 65) / (100 - V_1 / V_i)) \quad (\text{式 } 4)$$

#### 【0021】

電力用コンデンサ1の静電容量許容差は、電解コンデンサであるため一般的に±10%程度である。従って、劣化検出容量判定値の上限値は電力用コンデンサ1が新品のときの初期値において異常と判定しないため、初期値のバラツキにマージンをもたせた容量以下になったとき異常を検出する値にする。また劣化検出容量判定値の下限値は電力用コンデンサ1の最低必要容量にマージンを加算した値とする。また、機器の製品寿命内に予測される電力用コンデンサ1の容量劣化が最低必要容量を下回らないよう電力用コンデンサ1の初期値を決める。

#### 【0022】

例えば、劣化検出容量判定値の上限値のマージンを10%とった場合、上記の電解コンデンサの静電容量許容差の±10%の内下限である-10%と合わせて上限値は80%となる。実験により駆動コイル21を安定に動作させるために初期値の最低50%の静電容量が必要となった場合、マージンを10%みて下限値は60%に設定する。

例えば、劣化検出容量判定値は上限と下限の間をとって70%に設定する場合、基準コ

10

20

30

40

50

ンデンサ 1 1 の時定数  $t_2$  を  $t_1$  の 70 % となるよう設定する。このように時定数を設定した基準コンデンサ 1 1 の充電曲線は L 2 になる。

#### 【 0 0 2 3 】

電力用コンデンサ 1 の充電抵抗 2 の経年変化や温度変化は、電力用コンデンサ 1 の経年変化や温度変化に比べ小さいため無視できる。充電抵抗 2 は固定値であるため、電力用コンデンサ 1 の容量劣化に比例して時定数が変化する。従って(式 2)より充電完了時間は電力用コンデンサ 1 の容量に比例する。

本発明では電力用コンデンサ 1 と基準コンデンサ 1 1 の電源電圧、充電完了電圧、初期充電電圧が同じとなるよう上述の回路構成とすることにより、(式 2)(式 4)より、電力用コンデンサ 1 と基準コンデンサ 1 1 の充電完了時間の比較は時定数の比較と同じになる。10

#### 【 0 0 2 4 】

図 2において検出時間比較回路 1 0 により電力用コンデンサ 1 が電源電圧の 65 % に到達する時間である充電完了時間  $t_1$  が基準コンデンサ 1 1 の充電完了時間の  $t_2$  未満になることを検出することにより電力用コンデンサ 1 の時定数が基準コンデンサ 1 1 の時定数未満になったこと、即ち容量が減少したことを検出することができる。

また、充電完了時間を比較することにより、電源 4 の出力電圧が変動したとしても、電力用コンデンサ 1 の異常の有無を診断することができる。具体例としては、電力用コンデンサ 1 の充電完了電圧に到達するまでの時間が基準コンデンサ 1 1 の充電完了電圧に到達するまでの時間よりも所定量短くなった場合には、電力用コンデンサ 1 の容量抜けの異常が発生したと診断することができる。20

#### 【 0 0 2 5 】

電力用コンデンサ 1 と基準コンデンサ 1 1 は同じ電源 4 で充電されるため、充電完了電圧も同じ値となる。従って、分圧抵抗 6 と分圧抵抗 7 の分圧比と、分圧抵抗 1 2 と分圧抵抗 1 3 の分圧比は同じに設定する。この場合、第 1 のコンパレータ 8 の第 1 の基準電圧 9 と第 2 のコンパレータ 2 2 の第 2 の基準電圧 1 6 は同じ値とする。例えば分圧抵抗 6 の抵抗値を  $R_a$ 、分圧抵抗 7 の抵抗値を  $R_b$ 、充電完了電圧を  $V_d$  とした場合、第 1 の基準電圧 9 と第 2 の基準電圧 1 6 の電圧  $V_r$  は次式となる。

$$V_r = V_d \times R_b / (R_a + R_b) \quad (\text{式 } 5)$$

また、分圧抵抗 1 2 の抵抗値を  $R_c$ 、分圧抵抗 1 3 の抵抗値を  $R_d$  とした場合、第 1 の基準電圧 9 と第 2 の基準電圧 1 6 の電圧  $V_r$  は次式となる。30

$$V_r = V_d \times R_d / (R_c + R_d) \quad (\text{式 } 6)$$

#### 【 0 0 2 6 】

また、上述の回路構成により、駆動コイル 2 1 に第 4 のスイッチ 2 0 をオンして電力用コンデンサ 1 の電荷を放電した後の再充電時においても、電力用コンデンサ 1 の静電容量の劣化を検出することができる。電源投入後、電力用コンデンサ 1 と基準コンデンサ 1 1 が充電完了した後、第 3 のスイッチ 1 7 をオンする。第 3 のスイッチ 1 7 をオンすることにより、電力用コンデンサ 1 と基準コンデンサ 1 1 は保護抵抗 1 8 を通じて同電位に保たれている。

#### 【 0 0 2 7 】

駆動コイル動作指令 D が外部からスイッチ制御回路 1 9 に入力された時の動作を図 6 のタイミングチャートに示す。スイッチ制御回路 1 9 は第 1 のスイッチ 3、第 2 のスイッチ 1 4 をオフ、第 4 のスイッチ 2 0 をオンする。第 4 のスイッチ 2 0 がオンすることにより、電力用コンデンサ 1 から駆動コイル 2 1 に電荷が放出され電力用コンデンサ 1 の電圧が下降する。この時、電力用コンデンサ 1 に保護抵抗 1 8 を介して並列接続してある基準コンデンサ 1 1 も電圧降下し電力用コンデンサ 1 と同電位となる。つぎに、第 4 のスイッチ 2 0 をオフし駆動コイル 2 1 への通電が終了した後、第 1 のコンパレータ 8 により電力用コンデンサ 1 の充電状態が充電未完と判定し、第 1 のスイッチ 3、第 2 のスイッチ 1 4 をオン、第 3 のスイッチ 1 7 をオフし電力用コンデンサ 1 と基準コンデンサ 1 1 の充電を開始する。4050

## 【0028】

以上のスイッチ操作により、上述の電源投入時の異常診断動作と同じように充電開始時の電力用コンデンサ1と基準コンデンサ11の初期電圧は同じ( $V_2$ )となる。よって電源投入時と同じく、検出時間比較回路10により電力用コンデンサ1の充電完了時間と基準コンデンサ11の充電完了時間を比較し、図2に示すように $t_2$ 未満になることを検出することにより電力用コンデンサ1の時定数が基準コンデンサ11の時定数未満になったこと、即ち容量が減少したことを検出することができる。

以上のように、本実施の形態の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置が組み込まれた開閉装置(真空遮断器)は、電力用コンデンサ1に異常が無い場合は、電力用コンデンサ1の異常が無いとの診断後に、開閉動作を行うための駆動コイル動作指令が入力されると、第4のスイッチ20がオンとなって電力用コンデンサ1に蓄えられた電荷が駆動コイル21に供給されることになる。さらに、電力用コンデンサ1が充電未完と判定されると、電力用コンデンサ1の異常診断を行いながら、充電動作を実施する。また、本実施の形態の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置が組み込まれた開閉装置(真空遮断器)は、電力用コンデンサ1に異常がある場合は、電力用コンデンサ1が異常であるというコンデンサ異常検出信号を受け取って、例えば、電力用コンデンサ1の新品交換を促すようなアラームを発報する。または、コンデンサ異常検出信号から劣化の度合いをアナログ信号として受け、劣化の度合いに応じて電力用コンデンサ1の新品交換の緊急度をアラームをレベル分けして発報する。

以上のように、本実施の形態の電力用コンデンサの異常診断機能付充電装置が組み込まれた例えは開閉装置(真空遮断器)等の機器は、出力用コンデンサの異常診断機能付充電装置が上記のとおり電力用コンデンサ1と基準コンデンサ11とを比較するように構成されているので、充電するための電源の出力電圧が変動しても電力用コンデンサ1の異常を診断できるという格別なる特徴を有する。

## 【0029】

以上では電力用コンデンサ1の異常として、高温環境下での使用で一番厳しくなる容量抜けの場合を例にとって説明したが、異常判定を容量に代えて例えば図2の縦軸に示す充電率の値とし、基準コンデンサの充電率での比較に基づいて異常を診断するようすれば、電力用コンデンサの漏れ電流が増加する絶縁異常や、損失が増加する誘電損失異常が診断できる等、基準コンデンサとの特性比較を行うことにより、他の異常についても診断できるようになる。

## 【0030】

実施の形態2.

図3は上記実施の形態1の基準コンデンサ11の分圧回路の他の実施形態を示すものである。実施の形態1では基準コンデンサ11に並列に分圧抵抗12と分圧抵抗13を接続していたが、基準コンデンサ11の充電電流の一部が分圧抵抗12、分圧抵抗13に流れると、分圧抵抗12、分圧抵抗13の抵抗値を計測精度に影響のない程度に大きくする必要があり、容量の小さい基準コンデンサ11の充電電圧を精度良く測定するためには、高抵抗かつ高精度の分圧抵抗を用いる必要があった。

## 【0031】

図3の構成では、基準コンデンサ11に並列に分圧抵抗を接続しないため、分圧抵抗に電流が流れないと、より精度のよい劣化検出が可能となる。

基準コンデンサ11は充電抵抗24と充電抵抗25を介してグランドに接続され、第2のスイッチ14がオンすると電源4からダイオード15を通じて充電される。充電抵抗24と充電抵抗25の合成抵抗値は実質の充電抵抗値となり、充電抵抗値と基準コンデンサ11の静電容量からなる時定数 $t_2$ は実施例1と同じ要領で設定する。

## 【0032】

反転レベルシフト回路26の入力は電源4の電圧 $V_i$ から基準コンデンサ11の充電電圧 $V_c$ を引いた値を充電抵抗24と充電抵抗25で分圧することになるから、充電抵抗24の抵抗値を $R_c$ 、充電抵抗25の抵抗値を $R_d$ とした場合、反転レベルシフト回路26

10

20

30

40

50

への入力電圧  $V_s$  は次式となる。

$$V_s = (V_i - V_c) \times R_d / (R_c + R_d) \quad (\text{式7})$$

従って、分圧後の電圧  $V_s$  からもとの基準コンデンサの充電電圧  $V_c$  を取り出すには次式となる。

$$V_c = V_i - V_s \times (R_c + R_d) / R_d \quad (\text{式8})$$

例えば、第1のコンパレータ8の第1の基準電圧9と第2のコンパレータ22の第2の基準電圧16の電圧を同じ値に設定した場合、分圧抵抗6と分圧抵抗7、充電抵抗24と充電抵抗25の分圧比と同じにする必要がある。

$$R_b / (R_a + R_b) = R_d / (R_c + R_d) \quad (\text{式9})$$

上式において、各符号の意味は次の通りである。  $R_a$  : 分圧抵抗6の抵抗値,  $R_b$  : 分圧抵抗7の抵抗値である。 10

基準コンデンサ11の充電電圧  $V_c$  を電力用コンデンサ1の分圧抵抗6と分圧抵抗7の分圧比と同じ分圧比で掛けた値を取り出すには次式となる。

$$V_c \times R_b / (R_a + R_b) = -V_s + V_i \times R_b / (R_a + R_b) \quad (\text{式10})$$

よって、反転レベルシフト回路26は上式に基づいて構成されており、上式の通り、  $V_s$  の反転した信号に  $V_i \times R_b / (R_a + R_b)$  を加算するようになっている。これはOPアンプなどで容易に実現可能である。

以上のように基準コンデンサ11に並列に分圧抵抗を接続しないため、分圧抵抗に電流が流れないと、より精度のよい劣化検出が可能となる。

### 【0033】

20

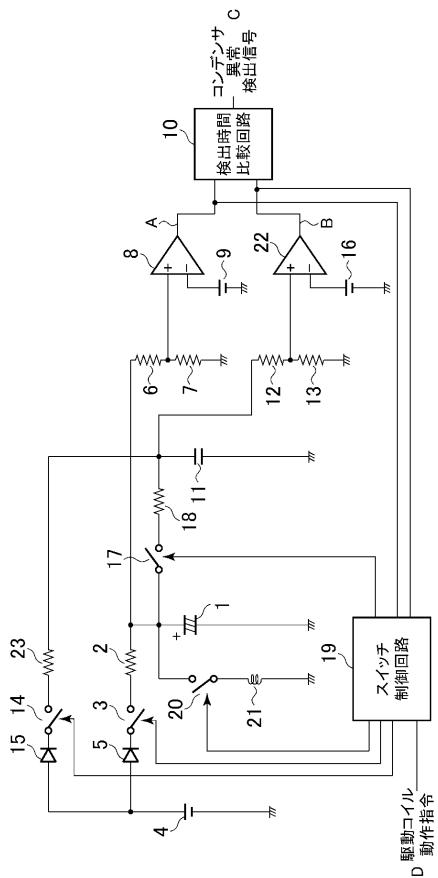
なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態の一部または全部を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略することが可能である。

### 【符号の説明】

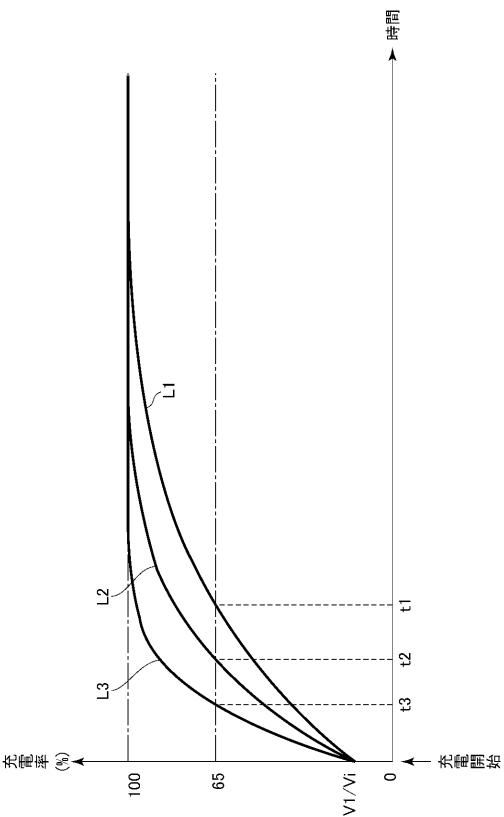
#### 【0034】

1 電力用コンデンサ、2 充電抵抗、3 第1のスイッチ、4 電源、5 ダイオード、6 分圧抵抗、7 分圧抵抗、8 第1のコンパレータ、9 第1の基準電圧、11 基準コンデンサ、12 分圧抵抗、13 分圧抵抗、14 第2のスイッチ、15 ダイオード、16 第2の基準電圧、17 第3のスイッチ、18 保護抵抗、19 スイッチ制御回路、20 第4のスイッチ、21 駆動コイル、22 第2のコンパレータ、23 充電抵抗、24 充電抵抗、25 充電抵抗、26 反転レベルシフト回路、A 電力用コンデンサ充電状態信号、B 基準コンデンサ充電状態信号、C コンデンサ異常検出信号、D 駆動コイル動作指令。 30

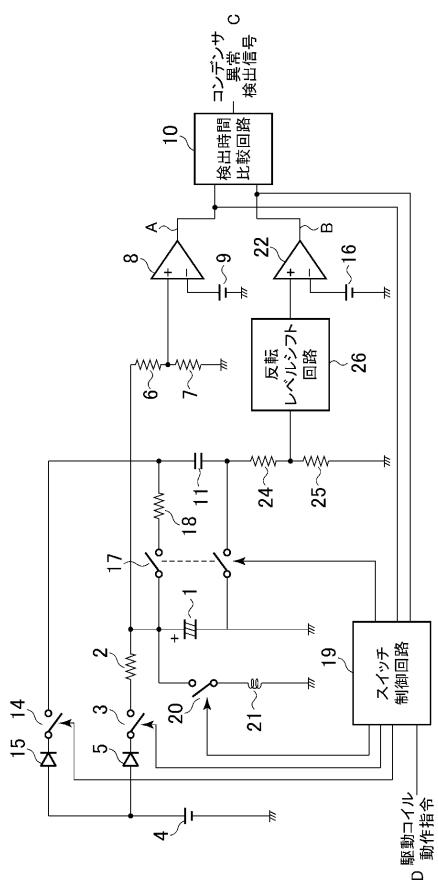
【図1】



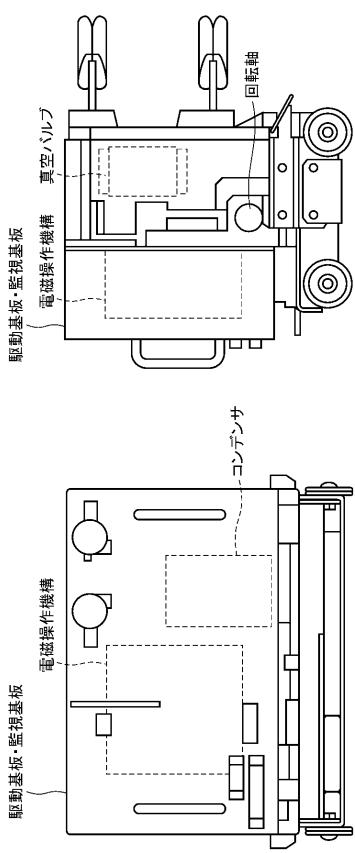
【図2】



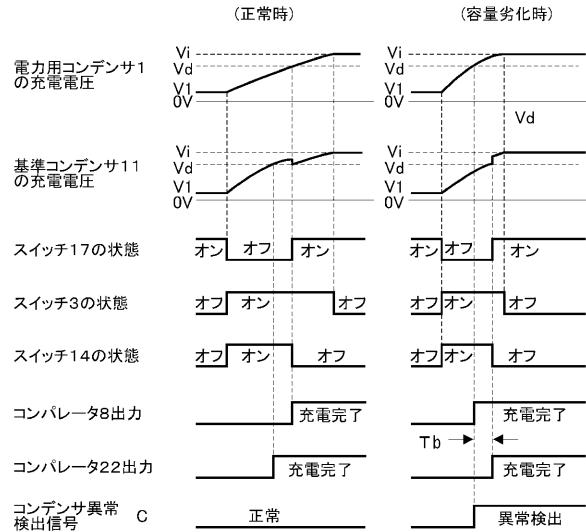
【図3】



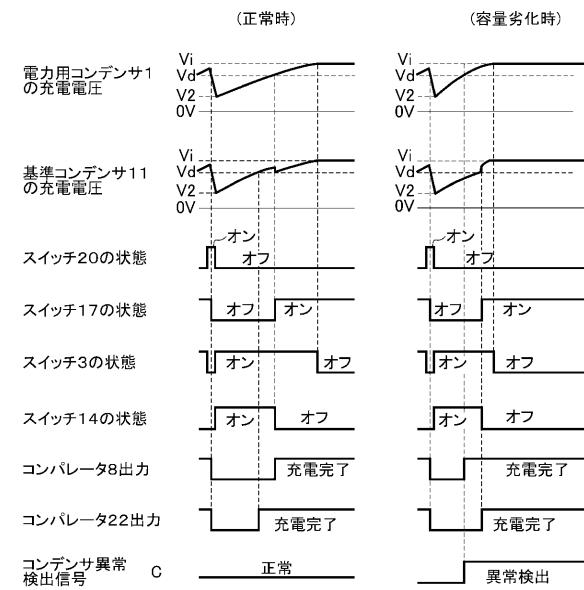
【 四 4 】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(72)発明者 竹内 靖

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 宗友 幹雄

東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

審査官 赤穂 嘉紀

(56)参考文献 特開昭54-040435(JP,A)

特開昭61-241231(JP,A)

特開2003-276555(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02J 7/00

G01R 31/00

H01M 10/48