

WO 2019/167232 A1

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))

the interior of the metal member at a flow rate equal to or higher than a rated flow rate during steady-state operation, and if a value relating to the conductivity of the cooling water does not satisfy a prescribed condition, switches the setting of the flow rate adjustment unit so as to produce a flow rate at which the cooling water flows through the interior of the metal member at a second flow speed, the second flow speed being lower than a first flow speed, which is the flow speed produced at the rated flow rate.

(57) 要約: 実施形態の冷却装置は、主配管と、分岐配管と、イオン除去部と、流量調整部と、制御部とを備える。前記主配管は、電気装置が有する金属部材の内部と、前記冷却水を冷却する熱交換器との間で前記冷却水を循環させる。前記流量調整部は、前記主配管から前記金属部材の内部に流入する前記冷却水の流量を調整可能である。前記制御部は、定常運転時に前記冷却水が前記金属部材の内部を定格流量以上で流れるように前記流量調整部の設定を切り替え、前記冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たさない場合に、前記冷却水が前記金属部材の内部を前記定格流量時の流速である第1流速よりも遅い第2流速で流れる流量になるように前記流量調整部の設定を切り替える。

明 細 書

発明の名称： 冷却装置および冷却水の処理方法

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、冷却装置および冷却水の処理方法に関する。

背景技術

[0002] 電気装置を冷却する冷却装置の一つとして、電気装置が有する金属部材の内部と、冷却水を冷却する熱交換器との間で冷却水を循環させる冷却装置が知られている。このような冷却装置に用いられる冷却水は、例えば電気装置での短絡を防止するため、導電率が所定値以下の冷却水（以下、「所定の冷却水」と称する）が用いられる。

[0003] ところで、水道水のような冷却水の導電率を下げることで上記所定の冷却水を得ようとする場合、導電率を下げるために一定以上の時間がかかる場合があった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2013-59150号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本発明が解決しようとする課題は、冷却水の導電率を効率的に低下させることができる冷却装置および冷却水の処理方法を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 実施形態の冷却装置は、冷却水を用いて電気装置を冷却する冷却装置であって、主配管と、分岐配管と、イオン除去部と、流量調整部と、制御部とを備える。前記主配管は、前記電気装置が有する金属部材の内部と、前記冷却水を冷却する熱交換器との間で前記冷却水を循環させる。前記分岐配管は、前記主配管から分岐し、前記主配管を流れる前記冷却水の一部を前記金属部材の内部を通さずに前記主配管に戻す。前記イオン除去部は、前記分岐配管

に設けられている。前記流量調整部は、前記主配管、前記分岐配管、または前記主配管から分岐した別の分岐配管に設けられ、前記主配管から前記金属部材の内部に流入する前記冷却水の流量を調整可能である。前記制御部は、定常運転時に前記冷却水が前記金属部材の内部を定格流量以上で流れるように前記流量調整部の設定を切り替え、前記冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たさない場合に、前記冷却水が前記金属部材の内部を前記定格流量時の流速である第 1 流速よりも遅い第 2 流速で流れる流量になるように前記流量調整部の設定を切り替える。

図面の簡単な説明

- [0007] [図1]第 1 の実施形態のドライブシステムの一例を示す図。
- [図2]第 1 の実施形態の制御装置の機能構成を示すブロック図。
- [図3]第 1 の実施形態の処理の流れの一例を示すフローチャート。
- [図4]第 1 の実施形態の冷却装置を用いた実験結果の一例を示す図。
- [図5]第 2 の実施形態のドライブシステムの一例を示す図。
- [図6]第 3 の実施形態のドライブシステムの一例を示す図。
- [図7]第 4 の実施形態のドライブシステムの一例を示す図。

発明を実施するための形態

- [0008] 以下、実施形態の冷却装置および冷却水の処理方法を、図面を参照して説明する。なお以下の説明では、略同じまたは類似の機能を有する構成に同一の符号を付す。そして、それら構成の重複する説明は省略する場合がある。なお、図面において各種のバルブは、説明の便宜上、全て仕切弁の記号を用いて図示している。言い換えると、図面において仕切弁の記号で図示されているバルブは、仕切弁に限らず、ニードル弁またはボール弁のような他の種類のバルブでもよい。また、説明の便宜上、以下に説明する技術事項と関係が薄いバルブの図示は省略している。

- [0009] (第 1 の実施形態)

図 1 から図 4 を参照し、第 1 の実施形態の冷却装置 6 について説明する。
図 1 は、冷却装置 6 を含むドライブシステム 1 (電動機制御システム) の一

例を示す図である。ドライブシステム 1 は、例えば、電力変換装置 5 と、冷却装置 6 とを含む。電力変換装置 5 は、「電気装置」の一例である。

[0010] 電力変換装置 5 は、電力変換回路 11 と、ヒートシンク 12 とを含む。電力変換回路 11 は、例えば、複数のスイッチング素子およびダイオードを有し、交流電力と直流電力との間で電力を変換する。電力変換回路 11 は、変換した電力を不図示の負荷（例えば電動機）に供給する。電力変換回路 11 は、例えばスイッチング素子がスイッチングするたびに発熱する。電力変換回路 11 は、「発熱部品」の一例である。

[0011] ヒートシンク 12 は、電力変換回路 11 を構成する 1 つ以上のモジュールが取り付けられ、電力変換回路 11 から熱を受け取る。ヒートシンク 12 の内部には、冷却水が流れる流路 12a が設けられている。ヒートシンク 12 は、金属で形成されており、「金属部材」の一例である。ヒートシンク 12 は、例えば、銅よりもイオン化傾向が大きい金属またはその金属の合金で形成されている。本実施形態では、ヒートシンク 12 は、アルミニウムまたはアルミニウム合金で形成されている。ただし、ヒートシンク 12 の材質は、上記例には限定されない。

[0012] なお、上述したドライブシステム 1 は、冷却装置 6 が利用される装置またはシステムのあくまで一例である。冷却装置 6 は、上記例に限定されず、冷却が必要な種々の装置やシステムに幅広く利用可能である。

[0013] 次に、冷却装置 6 について詳しく説明する。冷却装置 6 は、例えば、主配管 21、ポンプ 22A、22B、タンク 23、タンク用配管 24、熱交換器 25、熱交換器冷却用配管 26、分岐配管 27、イオン除去部 28、第 1 流量計 31、第 2 流量計 32、導電率計 33、温度計 34、流量調整バルブ 35、および制御装置 36 を有する。

[0014] 主配管 21 は、電力変換装置 5 のヒートシンク 12 と、熱交換器 25 とを繋ぐように設けられ、ヒートシンク 12 の内部と熱交換器 25 との間で冷却水を循環させる。詳しく述べると、主配管 21 は、第 1 配管部 21A と、第 2 配管部 21B とを有する。第 1 配管部 21A は、ヒートシンク 12 と熱交

換器 2 5 との間に延びており、ヒートシンク 1 2 の内部を通ることで暖められた冷却水を熱交換器 2 5 に導く。第 1 配管部 2 1 A は、例えば、第 1 配管部 2 1 A の途中で 2 つに分岐して再び合流する第 1 部分 2 1 A a と第 2 部分 2 1 A b とを有する。ただし、第 1 配管部 2 1 A は、このような分岐部を有しなくてもよい。第 2 配管部 2 1 B は、第 1 配管部 2 1 A とは別の位置で熱交換器 2 5 とヒートシンク 1 2 との間に延びており、熱交換器 2 5 を通ることで冷却された冷却水をヒートシンク 1 2 に導く。主配管 2 1 および後述する分岐配管 2 7 は、例えばステンレス鋼で形成されている。

[0015] 2 つのポンプ 2 2 A, 2 2 B は、第 1 配管部 2 1 A に設けられている。例えば、一方のポンプ 2 2 A は、第 1 配管部 2 1 A の第 1 部分 2 1 A a に設けられている。他方のポンプ 2 2 B は、第 1 配管部 2 1 A の第 2 部分 2 1 A b に設けられている。ポンプ 2 2 A, 2 2 B が駆動されることで、冷却水が主配管 2 1 を通ってヒートシンク 1 2 の内部と熱交換器 2 5 との間で循環する。その結果、ヒートシンク 1 2 の冷却が促進される。2 つのポンプ 2 2 A, 2 2 B は、例えば冗長化のため設けられている。このため、2 つのポンプ 2 2 A, 2 2 B のうちいずれか一方は、省略されてもよい。

[0016] タンク 2 3 は、タンク用配管 2 4 を介して第 1 配管部 2 1 A に接続されている。以下では、第 1 配管部 2 1 A において、第 1 配管部 2 1 A とタンク用配管 2 4 とが接続された部分を「接続部 c 1」と称する。タンク 2 3 には、導電率が所定値以下に下げられる前の冷却水（例えば水道水）が供給される。タンク用配管 2 4 の途中には、バルブ 4 1 が設けられている。バルブ 4 1 が開かれることで、タンク 2 3 内の冷却水が第 1 配管部 2 1 A に供給される。

[0017] 主配管 2 1 には、2 つのバルブ 4 2, 4 3 が設けられている。一方のバルブ 4 2 は、第 1 配管部 2 1 A において、上記接続部 c 1 と、ヒートシンク 1 2 との間に設けられている。また別の観点で見ると、バルブ 4 2 は、第 1 配管部 2 1 A において、第 1 配管部 2 1 A に分岐配管 2 7 が合流した部分（後述する合流部 c 3）と、ヒートシンク 1 2 との間に設けられている。他方の

バルブ 4 3 は、第 2 配管部 2 1 B において、第 2 配管部 2 1 B から分岐配管 2 7 が分岐した部分（後述する分岐部 c 2）と、ヒートシンク 1 2 との間に設けられている。バルブ 4 2, 4 3 が開かれることで、冷却水が主配管 2 1 を循環可能になる。

[0018] 熱交換器 2 5 は、ヒートシンク 1 2 から主配管 2 1 を通って熱交換器 2 5 の内部に流入する冷却水を冷却する。例えば、熱交換器 2 5 には、熱交換器冷却用配管 2 6 が接続されている。熱交換器 2 5 は、熱交換器冷却用配管 2 6 を介して外部から二次的な冷却水が供給されることで、主配管 2 1 を循環する冷却水を冷却する。これに代えて、熱交換器 2 5 は、ファンによって強制空冷されることで、主配管 2 1 を循環する冷却水を冷却してもよい。

[0019] 分岐配管 2 7 は、第 2 配管部 2 1 B の途中から分岐している。以下では、第 2 配管部 2 1 B において、第 2 配管部 2 1 B から分岐配管 2 7 が分岐した部分を「分岐部 c 2」と称する。また、分岐配管 2 7 は、第 1 配管部 2 1 A の途中に合流している。以下では、第 1 配管部 2 1 A において、第 1 配管部 2 1 A に分岐配管 2 7 が合流した部分を「合流部 c 3」と称する。分岐配管 2 7 の途中には、後述するイオン除去部 2 8 が設けられている。分岐配管 2 7 は、第 2 配管部 2 1 B を流れる冷却水の一部を、イオン除去部 2 8 を通すとともに、ヒートシンク 1 2 の内部を通さずに第 1 配管部 2 1 A に戻す。

[0020] イオン除去部 2 8 は、分岐配管 2 7 を流れる冷却水に含まれるイオンの少なくとも一部を除去する。例えば、イオン除去部 2 8 は、イオン交換樹脂 2 8 a を有する。イオン交換樹脂 2 8 a は、冷却水に含まれるイオン（例えば、ヒートシンク 1 2 を形成する金属材料から溶け出した金属イオン）を取り込み、代わりに自身が持つイオン（ H^+ や OH^- ）を放出することで、イオン交換を行う。イオン交換樹脂 2 8 a から放出された H^+ および OH^- は、互いに反応して水を形成する。これにより、冷却水に含まれるイオンが除去される。イオン除去部 2 8 は、冷却水に含まれるイオンを除去することで、冷却水の導電率を低下させる。イオン除去部 2 8 を通過することで導電率が低下した冷却水は、第 1 配管部 2 1 A に戻され、ヒートシンク 1 2 を通過した冷

却水と合流する。

[0021] ここで、冷却装置 6 の定常運転時では、冷却水がヒートシンク 1 2 の内部を通過する過程で、ヒートシンク 1 2 を形成する金属材料から冷却水に金属イオンが溶け出す。そのため、冷却装置 6 は、定常運転時において後述する流量調整バルブ 3 5 の開度を調整することで、主配管 2 1 を流れる冷却水の一部を、分岐配管 2 7 を介してイオン除去部 2 8 に導く。これにより、冷却水に含まれるイオンが取り除かれ、冷却水の導電率が閾値以下に保たれる。

[0022] 次に、第 1 流量計 3 1 および第 2 流量計 3 2 について説明する。第 1 流量計 3 1 は、第 2 配管部 2 1 B に設けられている。例えば、第 1 流量計 3 1 は、第 2 配管部 2 1 B において、分岐部 c 2 と熱交換器 2 5 との間に設けられている。第 1 流量計 3 1 は、分岐部 c 2 の上流側において第 2 配管部 2 1 B を流れる冷却水の流量を測定する。これにより、第 1 流量計 3 1 は、第 2 配管部 2 1 B からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水と、第 2 配管部 2 1 B から分岐配管 2 7 に流入する冷却水との合計の流量を測定する。なお、第 1 流量計 3 1 は、第 2 配管部 2 1 B において、分岐部 c 2 とヒートシンク 1 2 との間に設けられてもよい。この場合、第 2 配管部 2 1 B は、第 2 配管部 2 1 B を流れる冷却水のなかで、分岐配管 2 7 に流入せずに第 2 配管部 2 1 B からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を測定する。また、第 1 流量計 3 1 は、第 2 配管部 2 1 B に代えて、第 1 配管部 2 1 A に設けられてもよい。第 1 流量計 3 1 の測定結果は、制御装置 3 6 に出力される。

[0023] 第 2 流量計 3 2 は、分岐配管 2 7 に設けられている。第 2 流量計 3 2 は、分岐配管 2 7 を流れる冷却水の流量を測定する。なお、第 2 流量計 3 2 は、分岐配管 2 7 において、分岐部 c 2 とイオン除去部 2 8 との間に設けられてもよく、イオン除去部 2 8 と合流部 c 3 との間に設けられてもよい。第 2 流量計 3 2 の測定結果は、制御装置 3 6 に出力される。

[0024] 導電率計 3 3 は、例えば分岐配管 2 7 に設けられ、分岐配管 2 7 を流れる冷却水の導電率を測定する。例えば、導電率計 3 3 は、分岐配管 2 7 において、分岐部 c 2 とイオン除去部 2 8 との間に設けられ、イオン除去部 2 8 に

流入する前の冷却水の導電率を測定する。なお、導電率計 33 は、分岐配管 27 に代えて、主配管 21 に設けられてもよい。導電率計 33 の測定結果は、制御装置 36 に出力される。ここで、「冷却水の導電率」は、「冷却水の導電率に関する値」の一例である。ただし、「冷却水の導電率に関する値」は、導電率に限らず、例えば、冷却水の電気抵抗率でもよく、導電率または電気抵抗率の単位時間当たりの変化率でもよく、導電率または電気抵抗率の単位時間当たりの変化量でもよい。言い換えると、冷却装置 6 は、導電率計 33 に代えて、冷却水の電気抵抗率を測定する測定部が設けられてもよい。

[0025] 温度計 34 は、導電率計 33 の近くに配置され、導電率計 33 が導電率を測定する冷却水の温度を測定する。本実施形態では、説明の便宜上、温度計 34 が導電率計 33 の外部に設けられた例を示すが、温度計 34 は、導電率計 33 の内部に設けられてもよい。温度計 34 の測定結果は、制御装置 36 に出力される。温度計 34 により測定された温度は、導電率計 33 で測定された導電率の温度補正に用いられる。

[0026] 流量調整バルブ 35 は、例えば、主配管 21 に設けられている。本実施形態では、流量調整バルブ 35 は、第 1 配管部 21A において、合流部 c3 とヒートシンク 12 との間に設けられている。なお、流量調整バルブ 35 の設置位置は、上記例に限定されない。流量調整バルブ 35 は、例えば、第 2 配管部 21B において、分岐部 c2 とヒートシンク 12 との間に設けられてもよく、分岐配管 27 に設けられてもよい。なお、流量調整バルブ 35 が分岐配管 27 に設けられた例は、第 2 の実施形態として詳しく後述する。

[0027] 流量調整バルブ 35 は、例えば電磁バルブである。流量調整バルブ 35 は、当該流量調整バルブ 35 の内部に設けられた弁体と、弁体の位置または角度を変更するアクチュエータ（例えばモータまたはソレノイド）とを有する。流量調整バルブ 35 は、制御装置 36 からの制御指令に基づき、アクチュエータを動作させ、弁体の位置または角度を変更する。流量調整バルブ 35 は、弁体の位置または角度を変更することで、流量調整バルブ 35 の開度を変更可能である。流量調整バルブ 35 は、流量調整バルブ 35 の開度を変更

することで、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を調整可能である。

[0028] 例えば、流量調整バルブ 3 5 は、流量調整バルブ 3 5 の開度を小さくすることで、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を減少させる。この場合、第 2 配管部 2 1 B から分岐配管 2 7 に流入する冷却水の流量が増加する。一方で、流量調整バルブ 3 5 は、流量調整バルブ 3 5 の開度を大きくすることで、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を増加させる。この場合、第 2 配管部 2 1 B から分岐配管 2 7 に流入する冷却水の流量が減少する。ここで、ヒートシンク 1 2 の内部の流路 1 2 a の断面積（流れ方向とは直交する方向に沿う断面積）は、時間に関係なく常に一定である。このため、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量が増加すると、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速が増加する。一方で、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量が減少すると、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速が低下する。流量調整バルブ 3 5 は、「流量調整部」の一例である。

[0029] 制御装置 3 6 は、第 1 流量計 3 1、第 2 流量計 3 2、導電率計 3 3、および温度計 3 4 の測定結果に基づき、冷却装置 6 を制御する。本実施形態では、制御装置 3 6 は、少なくとも導電率計 3 3 および温度計 3 4 の測定結果に基づいて流量調整バルブ 3 5 を制御することで、冷却水の導電率を効率的に低下させる所定の動作を冷却装置 6 において実現する。以下、この内容について詳しく説明する。

[0030] 図 2 は、制御装置 3 6 の機能構成を示すブロック図である。制御装置 3 6 は、制御部 5 1 と、記憶部 5 2 とを有する。制御部 5 1 は、例えば、導電率補正部 5 1 1、導電率判定部 5 1 2、流量制御部 5 1 3、および情報出力部 5 1 4 を有する。

[0031] 導電率補正部 5 1 1、導電率判定部 5 1 2、流量制御部 5 1 3、および情報出力部 5 1 4 のうち少なくとも一部は、例えば、CPU (Central Process

ing Unit) のようなハードウェアプロセッサが記憶部 5 2 に格納されたコンピュータプログラム (ソフトウェア) を実行することにより実現される。また、これらの機能部のうち一部または全部は、L S I (Large Scale Integration)、A S I C (Application Specific Integrated Circuit)、または F P G A (Field-Programmable Gate Array) などのハードウェア (回路部 ; circuitryを含む) によって実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。

[0032] 記憶部 5 2 は、例えば、R A M (Random Access Memory)、R O M (Read Only Memory)、H D D (Hard Disk Drive)、フラッシュメモリ、またはこれらのうち複数が組み合わされたハイブリッド型記憶装置などにより実現される。記憶部 5 2 には、導電率の温度補正に関する計算式および係数、各種の閾値、冷却装置 6 の定常運転時および準備運転時の各々においてヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の目標流量値 (または、流量調整バルブ 3 5 の目標開度) などを示す情報が記憶されている。

[0033] 次に、制御部 5 1 の各機能部について詳しく説明する。導電率補正部 5 1 1 は、導電率計 3 3 の測定結果を、導電率計 3 3 から受け取る。導電率補正部 5 1 1 は、温度計 3 4 の測定結果を、温度計 3 4 から受け取る。ここで、導電率は、温度によって変化する。そのため、導電率補正部 5 1 1 は、温度計 3 4 により測定された冷却水の温度に基づき、導電率計 3 3 により検出された導電率の温度補正を行う。例えば、導電率補正部 5 1 1 は、下記の式 (1) のような温度補正式に基づいて導電率の温度補正を行う。導電率補正部 5 1 1 は、温度補正により補正された導電率の値を、導電率判定部 5 1 2 に出力する。

[0034]
$$K_{25} = K_t / [1 + \alpha (t - 25)] \dots \quad (1)$$

ここで、 K_{25} は 25℃における導電率、 K_t は t ℃における導電率、 α は温度係数 (例えば、2.0%/℃) である。

[0035] 導電率判定部 5 1 2 は、導電率補正部 5 1 1 により温度補正された導電率 (以下、単に「導電率」と称する場合がある) に基づき、導電率が所定の条

件を満たすか否かを判定する。「所定の条件」とは、例えば、冷却装置 6 の定常運転時（電力変換装置 5 の定常運転時）に、ヒートシンク 1 2 の内部に冷却水を流すことができるレベルまで冷却水の導電率が低いこと示す条件である。例えば、導電率判定部 5 1 2 は、導電率計 3 3 によって測定されて温度補正された導電率について、単位時間当たりの変化率を算出する。そして、導電率判定部 5 1 2 は、導電率の単位時間当たりの変化率と、記憶部 5 2 に予め記憶された閾値とを比較し、導電率の単位時間当たりの変化率が閾値以下（例えば 1 % 以下）の場合に、導電率に関する値が所定の条件を満たすと判定する。導電率判定部 5 1 2 は、導電率に関する判定結果を、流量制御部 5 1 3、および情報出力部 5 1 4 に出力する。

[0036] なお、「導電率に関する値が所定の条件を満たす」とは、導電率の単位時間当たりの変化率が閾値以下に低下することに限定されない。「導電率に関する値が所定の条件を満たす」とは、冷却水の導電率が閾値以下に低下すること、冷却水の電気抵抗率が閾値以上に上昇すること、冷却水の電気抵抗率の単位時間当たりの変化率が閾値以下に低下すること、または、冷却水の導電率もしくは電気抵抗率の単位時間当たりの変化量が閾値以下に低下することなどでもよい。

[0037] 流量制御部 5 1 3 は、導電率判定部 5 1 2 の判定結果に基づき、流量調整バルブ 3 5 を制御する。例えば、流量制御部 5 1 3 は、冷却装置 6 の定常運転時に、冷却水がヒートシンク 1 2 の内部を定格流量（第 1 流量）以上で流れるように流量調整バルブ 3 5 の設定を切り替える。「冷却水が定格流量以上で流れるように設定する」とは、冷却水が定格流量で流れるように設定される場合も含む。例えば、冷却水の定格流量が 1 0 0 L / m i n の場合、「冷却水が定格流量以上で流れるように設定する」とは、冷却水が 1 0 0 L / m i n の流量で流れるように設定される場合と、冷却水が 1 1 0 L / m i n の流量で流れるように設定される場合とのいずれの場合も含む。一方で、流量制御部 5 1 3 は、冷却水の導電率に関する値が前記所定の条件を満たさない場合に、冷却水がヒートシンク 1 2 の内部を前記定格流量時の流速である

第1流速よりも遅い第2流速で流れる流量（第2流量）になるように流量調整バルブ35の設定を切り替える。

[0038] ここで、「流速」とは、ヒートシンク12の流路12aの内表面（冷却水との接触面）での流速を意味する。また一般的に、冷却水の流速と流量との間には相関関係がある。すなわち、電力変換装置5に流れる流量とヒートシンク12の流路12aの内表面（冷却水との接触面）での流速との間には相関関係がある。このため、冷却水の流速の制御は、冷却水の流量を制御する（例えば流量の設定を切り替える）ことで行うことができる。なお以下の説明では、冷却水の流量を制御することで結果的に冷却水の流速が変更されることを、「冷却水の流速を制御する」と述べる場合がある。

[0039] 「第1流速」は、電力変換装置5に冷却水を定格流量（第1流量）供給した場合におけるヒートシンク12の流路12aの内表面（冷却水との接触面）での冷却水の流速である。「定格流量（第1流量）」とは、電力変換装置5が定格運転をする場合に電力変換装置5を冷却するために必要な冷却水の流量に対し所定のマージンをもって設定される流量である。一方で、「第2流速」は、電力変換装置5に流れる冷却水の流量が第1流量よりも少ない第2流量の場合におけるヒートシンク12の流路12aの内表面（冷却水との接触面）での冷却水の流速である。

[0040] 例えば、流量制御部513は、流量調整バルブ35の開度を定常運転時に比べて小さくすることで、主配管21からヒートシンク12の内部に流入する冷却水の流量を定常運転時に比べて少なくし、ヒートシンク12の内部を流れる冷却水の流速を前記第2流速にする。本実施形態の場合、流量制御部513は、流量調整バルブ35の開度を定常運転時に比べて小さくすることで、主配管21から分岐配管27に流入してイオン除去部28を通る冷却水の割合を定常運転時に比べて高くする。これにより、流量制御部513は、主配管21からヒートシンク12の内部に流入する冷却水の流量を定常運転時に比べて少なくし、ヒートシンク12の内部を流れる冷却水の流速を前記第2流速にする。

[0041] ここで、ヒートシンク 12 の内部における不働態皮膜の形成と、冷却水による流動腐食について説明する。ヒートシンク 12 の内部では、冷却水に含まれる金属イオンと酸素とが反応し、ヒートシンク 12 内の流路 12 a の内面に Al_2O_3 のような不働態皮膜（酸化膜）が形成される。このような不働態皮膜がヒートシンク 12 の流路 12 a の内面で所定の厚さまで成長すると、不働態皮膜が安定し、ヒートシンク 12 を形成する金属材料から冷却水に金属イオンが溶け出しにくくなる。その結果、冷却水のイオン濃度が上がりにくくなる。一方で、ヒートシンク 12 の内部を流れる冷却水の速度が大きいと、冷却水による流動腐食の進行速度が大きくなり、不働態皮膜が前記所定の厚さまで成長する前に不働態皮膜が冷却水の流動腐食によって削られる事象が生じる。その結果、ヒートシンク 12 を形成する金属材料から冷却水に金属イオンが溶け出しやすい状態が続く場合がある。

[0042] 本実施形態では、前記第 2 流速は、ヒートシンク 12 内の流路 12 a の内面で不働態皮膜が成長する速度が、冷却水の流動腐食によって前記不働態皮膜が削られる速度よりも大きくなる流速に設定される。このような流速は、事前の試験により、ヒートシンク 12 の材質や冷却装置 6 の使用環境などに応じて予め求められている。なお、流速と流量との関係は、事前の試験により予め求めておくことができる。

[0043] 本実施形態では、流量制御部 513 は、第 1 流量計 31 の測定結果を、第 1 流量計 31 から受け取る。流量制御部 513 は、第 2 流量計 32 の測定結果を、第 2 流量計 32 から受け取る。流量制御部 513 は、例えば、第 1 流量計 31 の測定結果から第 2 流量計 32 の測定結果を差し引くことで、主配管 21 からヒートシンク 12 の内部に流入する冷却水の流量を算出する。流量制御部 513 は、第 1 および第 2 の流量計 31, 32 の測定結果から算出された流量に基づき、流量調整バルブ 35 を制御する。例えば、流量制御部 513 は、主配管 21 からヒートシンク 12 の内部に流入する冷却水の流量を予め設定された第 1 目標流量値に近付けるように流量調整バルブ 35 を制御することで、ヒートシンク 12 の内部を流れる冷却水の流速を第 1 流速に

制御する。一方で、流量制御部 5 1 3 は、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 に流入する冷却水の流量を、予め設定された第 2 目標流量値に近付けるように流量調整バルブ 3 5 を制御することで、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速を第 2 流速に制御する。

[0044] なおこれに代えて、流量制御部 5 1 3 は、流量調整バルブ 3 5 の開度を、予め設定された第 1 目標開度に近付けるように流量調整バルブ 3 5 を制御することで、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速を第 1 流速に制御してもよい。一方で、流量制御部 5 1 3 は、流量調整バルブ 3 5 の開度を、予め設定された第 2 目標開度に近付けるように流量調整バルブ 3 5 を制御することで、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速を第 2 流速に制御してもよい。

[0045] また、流量制御部 5 1 3 は、流量調整バルブ 3 5 の制御に関する情報（例えば流量調整バルブ 3 5 の開度を示す情報など）を情報出力部 5 1 4 に出力する。

[0046] 情報出力部 5 1 4 は、導電率判定部 5 1 2 から受け取る導電率に関する判定結果と、流量制御部 5 1 3 から受け取る流量調整バルブ 3 5 の制御に関する情報とのうち少なくとも一方に基づき、所定の情報または信号を生成し、生成した情報または信号を冷却装置 6 の外部に出力する。例えば、情報出力部 5 1 4 から出力される情報または信号は、冷却装置 6 の所定の状態を、外部装置であるユーザインターフェイス装置 U（例えば表示装置）に表示させるまたは通知するための情報または信号である。「所定の状態」は、例えば、冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たしたこと（第 2 流量での運転を終了して良い状態であること）や、定格流量（第 1 流量）への冷却水の流量の切り替えが完了したこと（冷却装置 6 の準備運転を完了したこと）などである。

[0047] 次に、本実施形態の制御部 5 1 により実行される処理の流れの一例について説明する。図 3 は、導電率が閾値以下の冷却水を水道水から得るための処理の流れの一例を示すフローチャートである。このような処理は、例えば、

電力変換装置 5 を新しく設置する時、または定期保守時などにおいて行われる。

[0048] 説明の前提として、冷却装置 6 は組み立てられており、主配管 2 1 がヒートシンク 1 2 に接続されている。水道水は、例えばタンク 2 3 を介して冷却装置 6 の内部およびヒートシンク 1 2 の流路 1 2 a に充填されている。この段階では、水道水の導電率は、前記閾値よりも高い。

[0049] まず、制御部 5 1 は、冷却装置 6 の定常運転に先立ち、水道水の導電率を低下させるための準備運転を行う。例えば、制御部 5 1 は、準備運転の初期値として予め設定された前記第 2 目標流量値（または第 2 目標開度）に基づいて流量調整バルブ 3 5 の設定を切り替える。これにより、制御部 5 1 は、準備運転を開始し、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流量を定常運転時に比べて少ない第 2 流量に制御する（S 1 0 1）。その結果、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速が第 2 流速になる。このとき、主配管 2 1 を流れる冷却水の一部は、第 2 配管部 2 1 B から分岐配管 2 7 に流入する。分岐配管 2 7 に流入した冷却水は、イオン除去部 2 8 によりイオンが交換され、導電率が下がる。これにより、主配管 2 1 を循環する冷却水の導電率は、徐々に低下する。

[0050] 制御部 5 1 は、単位時間毎に、導電率計 3 3 の測定結果から導電率を取得し、取得した導電率に対して温度計 3 4 の検出結果に基づく温度補正を行う（S 1 0 2）。「単位時間」は、例えば 1 0 分であるが、数秒でもよく、数分でもよい。そして、制御部 5 1 は、1 つ前のサンプリング時に得られて温度補正後の導電率と、今回のサンプリング時に得られた温度補正後の導電率とに基づき、導電率の単位時間当たりの変化率を算出する（S 1 0 3）。

[0051] 次に、制御部 5 1 は、導電率の単位時間当たりの変化率と、予め設定された閾値とを比較し、導電率の単位時間当たりの変化率が閾値以下であるか否かを判定する（S 1 0 4）。制御部 5 1 は、導電率の単位時間当たりの変化率が閾値以下でない場合（S 1 0 4 の NO）、S 1 0 2 の前に戻り、S 1 0 2 ～ S 1 0 4 の処理を、単位時間毎に繰り返す。

[0052] 一方で、制御部 51 は、導電率の単位時間当たりの変化率が閾値以下である場合、流量調整バルブ 35 の開度を徐々に大きくするように、流量調整バルブ 35 を制御する (S105)。これにより、制御部 51 は、主配管 21 からヒートシンク 12 の内部に流入する冷却水の流量を徐々に増加させる。制御部 51 は、定常運転の目標流量値として予め設定された前記第 1 目標流量値 (または前記第 1 目標開度) に基づいて流量調整バルブ 35 の設定を切り替えることで、ヒートシンク 12 の内部を流れる冷却水の流量を第 1 流量 (または第 1 流量よりも大きな流量) にする (S106)。例えば、制御部 51 は、ヒートシンク 12 の内部を流れる冷却水の流量が定常運転時の流量である第 1 流量になるまで流量調整バルブ 35 の開度を徐々に大きくする。その結果、ヒートシンク 12 の内部を流れる冷却水の流速が第 1 流速になる。制御部 51 は、ヒートシンク 12 の内部を流れる冷却水の流量が第 1 流量に達した場合、冷却装置 6 の準備運転が完了したことを示す情報を、外部装置 6 に表示させるまたは通知する (S107)。そして、制御部 51 は、冷却装置 6 を準備運転から定常運転に移行させる (S108)。その後、制御部 51 は、ヒートシンク 12 の内部を冷却水が第 1 流速 (または第 1 流速よりも早い速度) で流れる状態で定常運転を続ける。

[0053] 図 4 は、本実施形態で説明した冷却装置 6 を用いた実験結果の一例を示す。図 4 は、水道水を冷却装置 6 に供給して冷却装置 6 を準備運転することで、水道水の導電率を低下させる実験例を示す。なお、本実験例で用いられたヒートシンク 12 は、アルミニウム合金製である。図 4 に示すように、本冷却装置 6 では、準備運転の開始から冷却水の導電率が低下し、1 時間を待たずして導電率が目標値に近い低い値となる。そして、準備運転の開始から約 2～3 時間で、導電率の単位時間当たりの変化率が予め設定された閾値以下になり、定常運転に移行することができる状態になる。

[0054] 以上のような構成の冷却装置 6 によれば、冷却水の導電率を効率的に低下させることができる。ここで、冷却装置を含む装置を新規に設置する場合や定期点検などで冷却装置から冷却水を抜いた場合、導電率が所定値以下の冷

却水を新たに調達する必要がある。しかしながら、このような冷却水の調達は容易でないことが多い。このような場合は、比較的容易に調達できる水道水を冷却装置に供給し、冷却装置を運転することで、冷却装置に設けられたイオン除去部の作用によって冷却水の導電率を徐々に低下させる作業が行われる。このような作業により、必要な冷却水を準備することができる。しかしながら、このような作業は、長時間（例えば丸１日）を要することがある。この作業を行っている間は、電気装置を使用することが困難になる。

[0055] 一方で、本実施形態の冷却装置６は、定常運転時では、冷却水がヒートシンク１２の内部を第１流速で流れるように流量調整バルブ３５を制御し、冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たさない場合には、冷却水がヒートシンク１２の内部を前記第１流速よりも遅い第２流速で流れるように流量調整バルブ３５を制御する制御部５１を有する。このような構成によれば、導電率を低下させたい場合に、ヒートシンク１２の内部を流れる冷却水の流速を定常運転時に比べて抑えることで、冷却水の流動腐食によって金属イオンが冷却水に溶け出すことを抑制した状態で、イオン除去部２８により冷却水に含まれるイオンを取り除くことができる。これにより、イオン除去部２８をより有効に機能させることができ、冷却水の導電率を効率的に低下させることができる。

[0056] 本実施形態では、前記第２流速は、冷却水がヒートシンク１２の内部を流れる場合に、ヒートシンク１２の流路１２ａの内面で不働態皮膜が成長する速度が、冷却水の流動腐食によって前記不働態皮膜が削られる速度よりも大きくなる流速である。このような構成によれば、冷却水の流動腐食の進行を抑え、ヒートシンク１２の流路１２ａの内面で不働態皮膜を所定の厚さまで成長させることができる。ヒートシンク１２の流路の内面で不働態皮膜が所定の厚さまで成長すると、ヒートシンク１２を形成する金属材料から冷却水に溶け出すイオンの量を大きく減少させることができる。これにより、イオン除去部２８をさらに有効に機能させることができ、冷却水の導電率をさらに効率的に低下させることができる。

- [0057] 本実施形態では、制御部 5 1 は、定常運転に先立つ準備運転において冷却水がヒートシンク 1 2 の内部を前記第 2 流速で流れるように流量調整バルブ部 3 5 を制御する。そして、その後、制御部 5 1 は、冷却水の導電率に関する値が前記所定の条件を満たした場合に、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を徐々に増やして冷却水がヒートシンク 1 2 の内部を前記第 1 流速で流れるように流量調整バルブ 3 5 を制御する。このような構成によれば、冷却装置 6 を含む装置を新規に設置する場合や定期点検などで冷却装置 6 から冷却水を抜いた場合であっても、水道水から短時間で導電率が所定値以下の導電率を得ることができる。これにより、冷却装置 6 を含む装置の新設や点検作業の作業負担を低減することができる。
- [0058] 本実施形態では、制御部 5 1 は、冷却水の導電率が閾値以下に低下した場合、冷却水の電気抵抗率が閾値以上に上昇した場合、冷却水の導電率若しくは電気抵抗率の変化率が閾値以下に低下した場合、または、冷却水の導電率若しくは電気抵抗率の変化量が閾値以下に低下した場合に、前記所定の条件が満たされたと判定する。このような構成によれば、導電率に関する値を制御部 5 1 によって容易に監視し、冷却装置 6 を上記準備運転から平常運転に移行させる判定を自動で行うことができる。
- [0059] 本実施形態では、流量制御部 5 1 3 は、定常運転時に比べて主配管 2 1 から分岐配管 2 7 に流入してイオン除去部 2 8 を通る冷却水の割合を多くすることで、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速を前記第 2 流速にする。このような構成によれば、ヒートシンク 1 2 の内部を流れる冷却水の流速を定常運転時に比べて遅くしてイオンの溶け出しを抑制するとともに、主配管 2 1 からイオン除去部 2 8 により多くの冷却水を導くことで、イオン除去部 2 8 によるイオンの除去量を増加させることができる。これにより、イオン除去部 2 8 をさらに有効に機能させることができ、冷却水の導電率をさらに効率的に低下させることができる。
- [0060] ここで、ヒートシンク 1 2 が銅よりもイオン化傾向が大きい金属またはその金属の合金で形成されている場合、冷却水に対するイオンの溶け出しの速

度が大きく、水道水を冷却装置に供給して定常運転時の流速で冷却装置内を循環させても、冷却水の導電率が低下しにくい場合がある。しかしながら、本実施形態のように冷却水がヒートシンク 1 2 の内部を流れる流速を定常運転時に比べて低速な第 2 流速にすることで、ヒートシンク 1 2 が銅よりもイオン化傾向が大きい金属またはその金属の合金で形成されている場合であっても、冷却水の導電率を低下させることができる。

[0061] (第 2 の実施形態)

次に、第 2 の実施形態について説明する。本実施形態は、流量調整バルブ 3 5 が主配管 2 1 に代えて分岐配管 2 7 に設けられた点で第 1 の実施形態とは異なる。なお以下に説明する以外の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

[0062] 図 5 は、本実施形態の冷却装置 6 を含むドライブシステム 1 の一例を示す図である。本実施形態では、流量調整バルブ 3 5 は、分岐配管 2 7 に設けられている。例えば、流量調整バルブ 3 5 は、分岐配管 2 7 において、分岐部 c 2 とイオン除去部 2 8 の間に設けられている。流量調整バルブ 3 5 は、その開度を変更することで、主配管 2 1 から分岐配管 2 7 に流入する冷却水の流量を調整し、その結果として、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 に流入する冷却水の流量を調整可能である。

[0063] 本実施形態では、制御装置 3 6 は、導電率判定部 5 1 2 の判定結果に基づき、流量調整バルブ 3 5 を制御する。例えば、制御装置 3 6 は、流量調整バルブ 3 5 の開度を定常運転時に比べて大きくすることで、主配管 2 1 から分岐配管 2 7 に流入する冷却水の流量を多くし、その結果として、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を少なくする。制御装置 3 6 は、冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たした場合に、流量調整バルブ 3 5 の開度を徐々に小さくすることで、主配管 2 1 から分岐配管 2 7 に流入する冷却水の流量を徐々に少なくし、その結果として、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を徐々に多くする。

[0064] このような構成によっても、冷却水の導電率を効率的に低下させることが

できる。

[0065] (第3の実施形態)

次に、第3の実施形態について説明する。本実施形態は、流量調整バルブ35の開度に代えてポンプ22A、22Bの回転数が制御されることで冷却水の流速が調整される点で第1の実施形態とは異なる。なお以下に説明する以外の構成は、第1の実施形態と同様である。

[0066] 図6は、本実施形態の冷却装置6を含むドライブシステム1の一例を示す図である。ポンプ22A、22Bの各々は、例えば、冷却水を押し出す駆動体（例えば回転体または往復移動体）を有する。例えば、制御装置36は、ポンプ22A、22Bに駆動電力を供給するインバータ（例えばVVVF（Variable Voltage Variable Frequency）インバータ）に制御指令を送ることで、ポンプ22A、22Bの駆動体の駆動量（例えば回転体の回転速度、または往復移動体の移動量もしくは移動速度）を変更することができる。これにより、制御装置36は、主配管21を流れる冷却水の流速を変更可能である。ポンプ22A、22Bの各々は、「流量調整部」の一例である。

[0067] 本実施形態では、制御装置36は、導電率判定部512の判定結果に基づき、ポンプ22A、22Bを制御する。例えば、制御装置36は、ポンプ22A、22Bの駆動体の駆動量を定常運転時に比べて小さくすることで、主配管21からヒートシンク12の内部に流入する冷却水の流量を小さくする。制御装置36は、冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たした場合に、ポンプ22A、22Bの駆動体の駆動量を徐々に大きくすることで、主配管21からヒートシンク12の内部に流入する冷却水の流量を徐々に多くする。

[0068] このような構成によっても、冷却水の導電率を効率的に低下させることができる。

[0069] (第4の実施形態)

次に、第4の実施形態について説明する。本実施形態は、流量調整バルブ35が主配管21に代えてバイパス配管61に設けられた点で第1の実施形

態とは異なる。なお以下に説明する以外の構成は、第 1 の実施形態と同様である。

[0070] 図 7 は、本実施形態の冷却装置 6 を含むドライブシステム 1 の一例を示す図である。本実施形態では、冷却装置 6 は、バイパス配管 6 1 と、バイパス配管 6 1 に設けられた流量調整バルブ 3 5 とを有する。

[0071] バイパス配管 6 1 は、主配管 2 1 から分岐している。例えば、バイパス配管 6 1 は、第 2 配管部 2 1 B において、分岐部 c 2 とヒートシンク 1 2 との間の位置で第 2 配管部 2 1 B から分岐している。一方で、バイパス配管 6 1 は、第 1 配管部 2 1 A において、合流部 c 3 とヒートシンク 1 2 との間の位置で第 1 配管部 2 1 A に合流している。バイパス配管 6 1 は、第 2 配管部 2 1 B を通る冷却水の一部を、ヒートシンク 1 2 の内部を通さずに、第 1 配管部 2 1 A に戻す。ただし、バイパス配管 6 1 の位置は、上記例に限定されない。バイパス配管 6 1 には、イオン除去部 2 8 は設けられていない。バイパス配管 6 1 は、「別の分岐配管」の一例である。

[0072] 流量調整バルブ 3 5 は、その開度を変更することで、主配管 2 1 からバイパス配管 6 1 に流入する冷却水の流量を調整し、その結果として、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を調整可能である。

[0073] 本実施形態では、制御装置 3 6 は、導電率判定部 5 1 2 の判定結果に基づき、流量調整バルブ 3 5 を制御する。例えば、制御装置 3 6 は、流量調整バルブ 3 5 の開度を定常運転時に比べて大きくすることで、主配管 2 1 からバイパス配管 6 1 に流入する冷却水の流量を多くし、その結果として、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を少なくする。制御装置 3 6 は、冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たした場合に、流量調整バルブ 3 5 の開度を徐々に小さくすることで、主配管 2 1 からバイパス配管 6 1 に流入する冷却水の流量を徐々に少なくし、その結果として、主配管 2 1 からヒートシンク 1 2 の内部に流入する冷却水の流量を徐々に多くする。

[0074] このような構成によっても、冷却水の導電率を効率的に低下させることが

できる。

[0075] 以上、いくつかの実施形態について説明したが、実施形態は、上記例に限定されない。例えば、第1から第4の実施形態では、制御装置36からの制御指令によって流量調整バルブ35やポンプ22A、22Bが流量を調整する例について説明した。ただし、流量調整バルブ35やポンプ22A、22Bによる流量の調整は、手動で行われてもよい。例えば、オペレータが手動でバルブを開くことや、バルブの制御装置またはポンプの制御装置に対してオペレータが入力操作を行うことで、主配管21からヒートシンク12の内部に流入する冷却水の流量が調整されてもよい。

[0076] 以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、定常運転時に冷却水が金属部材の内部を定格流量以上で流れるようにし、前記冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たさない場合に、前記冷却水が前記金属部材の内部を前記定格流量時の流速である第1流速よりも遅い第2流速で流れる流量になるようにすることで、冷却水の導電率を効率的に低下させることができる。

[0077] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0078] 1…ドライブシステム、5…電力変換装置、6…冷却装置、11…電力変換回路、12…ヒートシンク（金属部材）、21…主配管、22A、22B…ポンプ（流量調整部）、25…熱交換器、27…分岐配管、28…イオン除去部、35…流量調整バルブ（流量調整部）、36…制御装置、51…制御部、61…バイパス配管（別の分岐配管）。

請求の範囲

[請求項1]

冷却水を用いて電気装置を冷却する冷却装置であって、
前記電気装置が有する金属部材の内部と、前記冷却水を冷却する熱交換器との間で前記冷却水を循環させる主配管と、
前記主配管から分岐し、前記主配管を流れる前記冷却水の一部を前記金属部材の内部を通さずに前記主配管に戻す分岐配管と、
前記分岐配管に設けられたイオン除去部と、
前記主配管、前記分岐配管、または前記主配管から分岐した別の分岐配管に設けられ、前記主配管から前記金属部材の内部に流入する前記冷却水の流量を調整可能な流量調整部と、
定常運転時に前記冷却水が前記金属部材の内部を定格流量以上で流れるように前記流量調整部の設定を切り替え、前記冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たさない場合に、前記冷却水が前記金属部材の内部を前記定格流量時の流速である第1流速よりも遅い第2流速で流れる流量になるように前記流量調整部の設定を切り替える制御部と、
を備えた冷却装置。

[請求項2]

前記第2流速は、前記冷却水が前記金属部材の内部を流れる状態で、前記金属部材内の流路の内面で不働態皮膜が成長する速度が、前記冷却水の流動腐食によって前記不働態皮膜が削られる速度よりも大きくなる流速である、
請求項1に記載の冷却装置。

[請求項3]

前記制御部は、前記定常運転に先立つ準備運転において、前記金属部材の内部を流れる前記冷却水の流量が、前記冷却水が前記金属部材の内部を前記第2流速で流れる流量になるように前記流量調整部を設定し、その後、前記冷却水の導電率に関する値が前記所定の条件を満たした場合に、前記主配管から前記金属部材の内部に流入する前記冷却水の流量を徐々に増やして前記冷却水が前記金属部材の内部を前記

定格流量以上で流れるように前記流量調整部の設定を切り替える、
請求項 1 に記載の冷却装置。

[請求項4] 前記制御部は、前記冷却水の導電率が閾値以下に低下した場合、前記冷却水の電気抵抗率が閾値以上に上昇した場合、前記冷却水の導電率若しくは電気抵抗率の単位時間当たりの変化率が閾値以下に低下した場合、または、前記冷却水の導電率若しくは電気抵抗率の単位時間当たりの変化量が閾値以下に低下した場合に、前記所定の条件が満たされたと判定する、

請求項 3 に記載の冷却装置。

[請求項5] 前記流量調整部は、前記主配管から前記分岐配管に流入して前記イオン除去部を通る前記冷却水の割合を定常運転時に比べて高くすることで、前記金属部材の内部を流れる前記冷却水の流量を前記冷却水が前記金属部材の内部を前記第 2 流速で流れる流量にする、

請求項 1 に記載の冷却装置。

[請求項6] 前記金属部材は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属またはその金属の合金で形成されている、

請求項 1 に記載の冷却装置。

[請求項7] 電気装置が有する金属部材の内部と冷却水を冷却する熱交換器との間で前記冷却水を循環させる主配管と、前記主配管から分岐し、前記主配管を流れる前記冷却水の一部を前記金属部材の内部を通さず前記主配管に戻す分岐配管と、前記分岐配管に設けられたイオン除去部とを有し、定常運転時に前記冷却水が前記金属部材の内部を定格流量以上で流れる冷却装置において、冷却水の導電率を低下させる冷却水の処理方法であって、

前記冷却水の導電率に関する値が所定の条件を満たさない場合に、前記金属部材の内部を前記定格流量時の流速である第 1 流速よりも遅い第 2 流速で前記冷却水が流れるように前記冷却水の流量を設定する、

冷却水の処理方法。

[請求項8] 前記第2流速は、前記冷却水が前記金属部材の内部を流れる状態で、前記金属部材内の流路の内面で不働態皮膜が成長する速度が、前記冷却水の流動腐食によって前記不働態皮膜が削られる速度よりも大きくなる流速である、

請求項7に記載の冷却水の処理方法。

[請求項9] 前記定常運転に先立つ準備運転において、前記金属部材の内部を前記冷却水が前記第2流速で流れるように前記冷却水の流量を設定し、その後、前記冷却水の導電率に関する値が前記所定の条件を満たした場合に、前記主配管から前記金属部材の内部に流入する前記冷却水の流量を徐々に増やして前記金属部材の内部を前記冷却水が前記定格流量以上で流れるように前記冷却水の流量を変更する、

請求項7に記載の冷却水の処理方法。

[請求項10] 前記冷却水の導電率が閾値以下に低下した場合、前記冷却水の電気抵抗率が閾値以上に上昇した場合、前記冷却水の導電率若しくは電気抵抗率の単位時間当たりの変化率が閾値以下に低下した場合、または、前記冷却水の導電率若しくは電気抵抗率の単位時間当たりの変化量が閾値以下に低下した場合に、前記所定の条件が満たされたと判定する、

請求項9に記載の冷却水の処理方法。

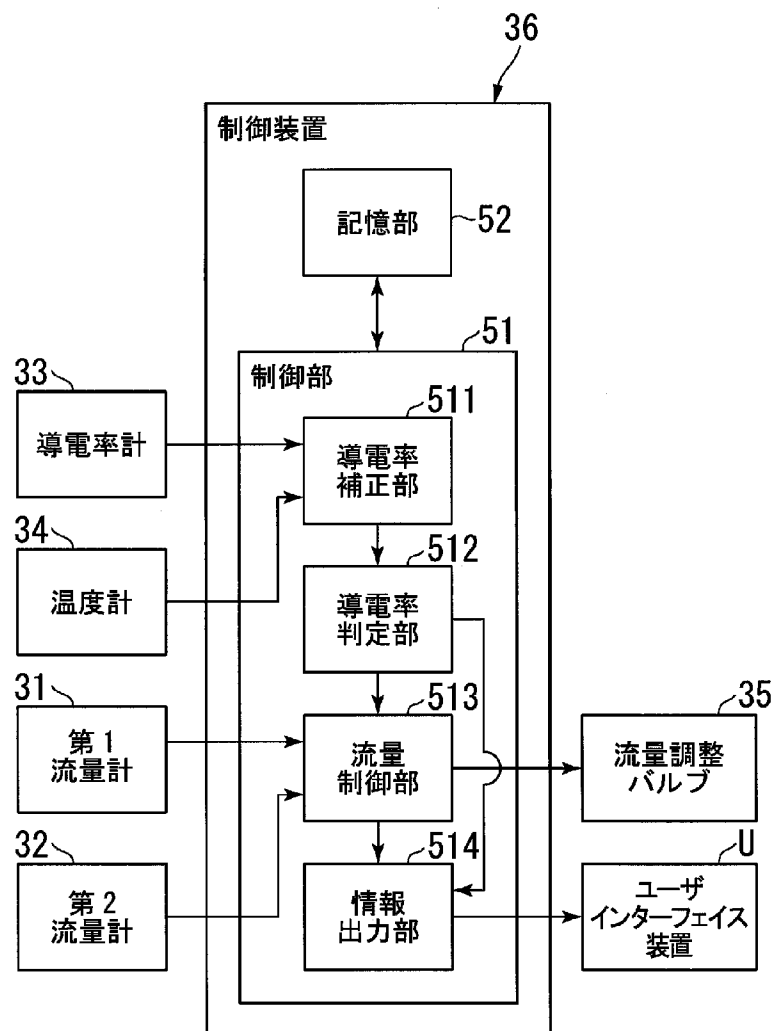
[請求項11] 前記主配管から前記分岐配管に流入して前記イオン除去部を通る前記冷却水の割合を定常運転時に比べて高くすることで、前記金属部材の内部を流れる前記冷却水の流量を前記冷却水が前記金属部材の内部を前記第2流速で流れる流量にする、

請求項7に記載の冷却水の処理方法。

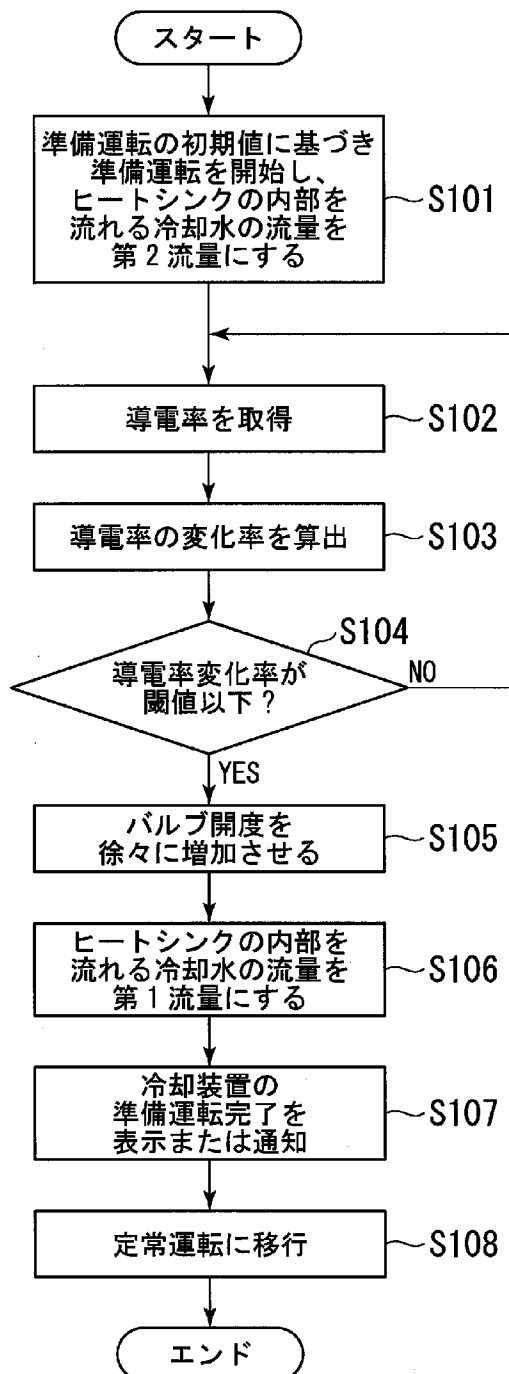
[請求項12] 前記金属部材は、銅よりもイオン化傾向が大きい金属またはその金属の合金で形成されている、

請求項7に記載の冷却水の処理方法。

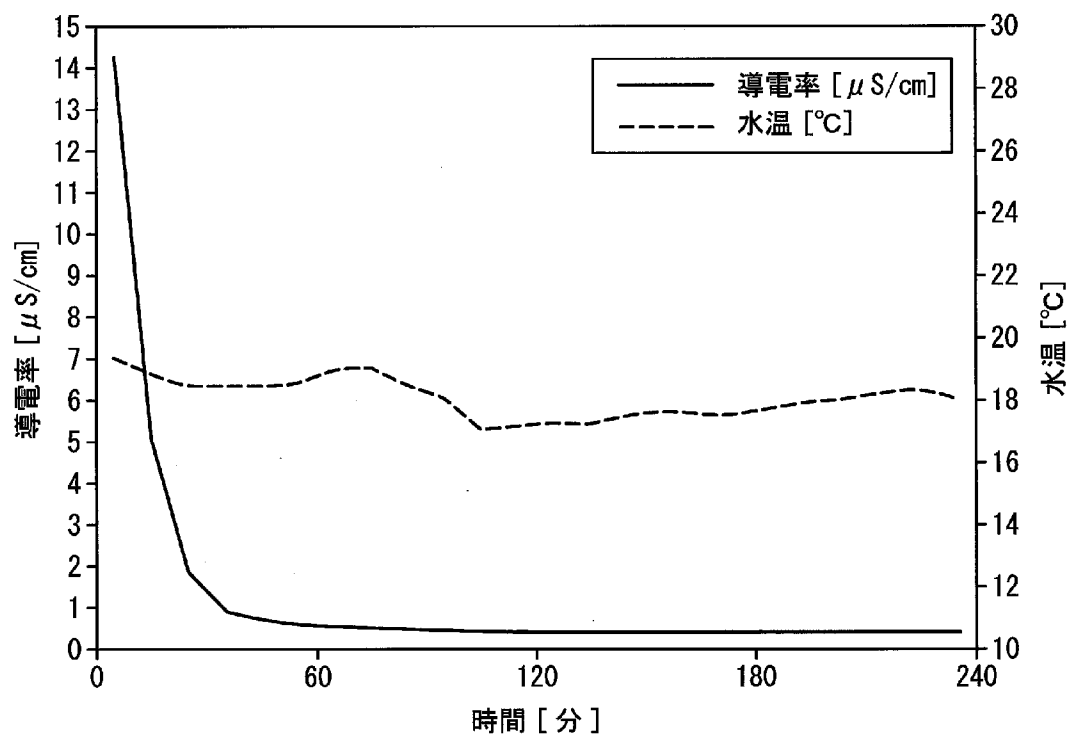
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007811

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H05K7/20 (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)

Int.Cl. H05K7/20

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 Y	JP 2009-164522 A (FUJITSU LIMITED) 23 July 2009, paragraphs [0016]-[0024], [0042]-[0053], [0055], fig. 4 (Family: none)	1, 3-7 2
Y	JP 7-76786 A (HITACHI, LTD.) 20 March 1995, paragraph [0014] (Family: none)	2

☐ 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 17.04.2018	Date of mailing of the international search report 01.05.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05K7/20(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. H05K7/20

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 Y	JP 2009-164522 A（富士通株式会社）2009.07.23, 段落[0016]-[0024], [0042]-[0053], [0055], [図4] （ファミリーなし）	1, 3-7 2
Y	JP 7-76786 A（株式会社日立製作所）1995.03.20, 段落[0014] （ファミリーなし）	2

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

17.04.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

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）

三橋 竜太郎

5E

6302

電話番号 03-3581-1101 内線 3521