

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/203931 A1

(51) 国際特許分類:

F25B 49/02 (2006.01) *F25B 1/00* (2006.01)
C09K 5/04 (2006.01) *H02M 7/48* (2007.01)
F04B 49/10 (2006.01)

(71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町 2 2 番 6 号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/011446

(22) 国際出願日: 2024年3月22日(22.03.2024)

(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:

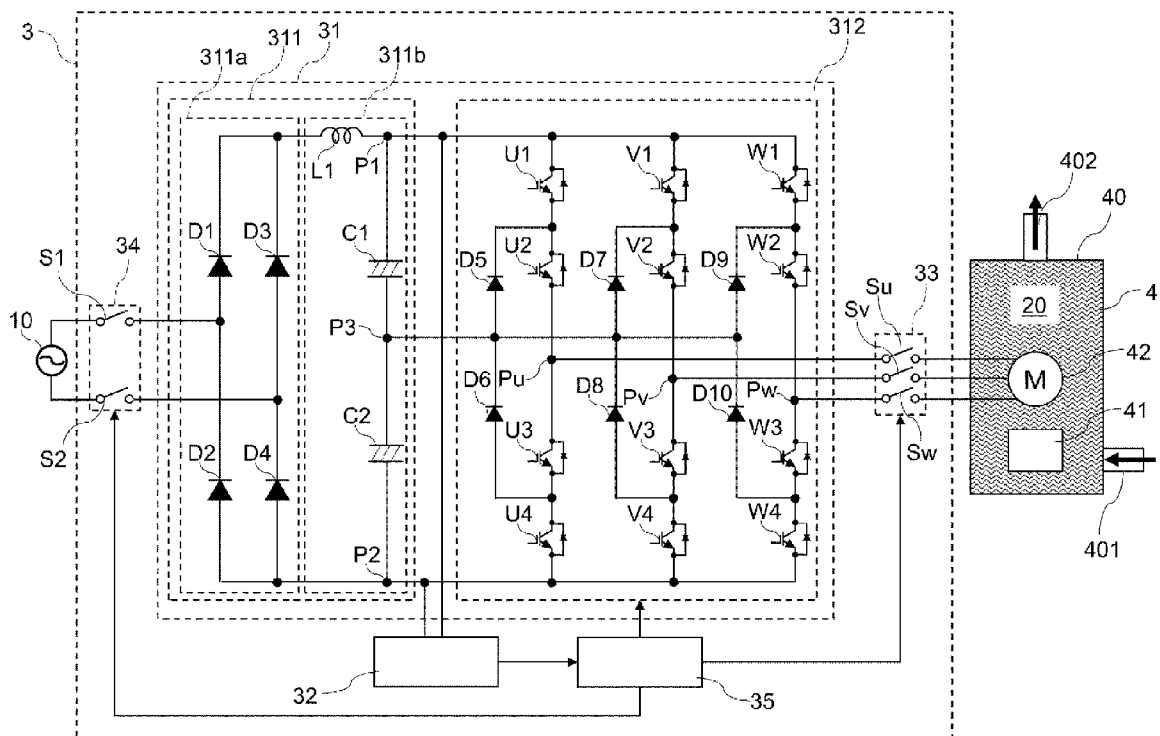
特願 2023-059410 2023年3月31日(31.03.2023) JP
特願 2023-059435 2023年3月31日(31.03.2023) JP
特願 2023-180485 2023年10月19日(19.10.2023) JP

(72) 発明者: 角山 寛規 (TSUNOYAMA, Hironori). 林 直毅 (HAYASHI, Naoki). 長尾 宣明 (NAGAO, Nobuaki). 橋元 任彦 (HASHIMOTO, Takahiko). 鷗田 晃 (HIWATA, Akira). 村上 光 (MURAKAMI, Hikaru).

(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース 青山特許事務所 Osaka (JP).

(54) Title: CONTROL METHOD, CONTROL DEVICE, REFRIGERATION CYCLE DEVICE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 制御方法、制御装置、冷凍サイクル装置、プログラム



(57) Abstract: Provided are a control method, a control device, a refrigeration cycle device, and a program, with which it is possible to improve the accuracy of detection of a disproportionation reaction of a working medium, and to improve suppression of the disproportionation reaction. The control method is for a refrigeration cycle circuit in which a working medium 20 containing a refrigerant component in which a disproportionation reaction may occur circulates, wherein the operation of the refrigeration cycle circuit is stopped or restricted if a pre-indication of a disproportionation reaction is

[続葉有]

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

detected on the basis of at least one of a first state relating to a drive circuit 31 for driving a compressor 4 of the refrigeration cycle circuit, or a second state relating to the working medium 20.

(57) 要約: 作動媒体の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする制御方法、制御装置、冷凍サイクル装置、及び、プログラムを提供する。制御方法は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路の制御方法であって、冷凍サイクル回路の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 31 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する。

明 細 書

発明の名称：

制御方法、制御装置、冷凍サイクル装置、プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、制御方法、制御装置、冷凍サイクル装置、及び、プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来から、冷凍サイクル装置用の作動媒体（熱媒体、冷媒）としては、R410Aが多く用いられている。しかしながら、R410Aの地球温暖化係数（Global Warming Potential：GWP）は2090と大きい。そのため、地球温暖化防止の観点から、よりGWPが小さい作動媒体の研究開発が行われている。特許文献1は、R410AよりもGWPが小さい作動媒体として、1，1，2-トリフルオロエチレン（HFO1123）を開示する。特許文献2は、R410AよりもGWPが小さい作動媒体として、1，2-ジフルオロエチレン（HFO1132）を開示する。

[0003] HFO1123及びHFO1132は、R410AよりもGWPが小さいが、それによって、R410Aよりも安定性が低い。例えば、ラジカルが発生により、HFO1123又はHFO1132の不均化反応が進行し、HFO1123及びHFO1132が別の化合物に変化する可能性がある。

[0004] 特許文献3には、「不均化反応は、冷媒が過度に高温高圧となった雰囲気の下で（特に、圧縮機内において）、冷媒に高エネルギーが付加され、又は、レイヤーショット等での放電により冷媒分子と電子との過剰な衝突が発生すると、これらが起点となって発生する。」と記載されている。

[0005] 特許文献3には、「本開示は、圧縮機内の冷媒に高エネルギーが付加されることを防止し、又は、放電空間での冷媒分子と電子との過剰な衝突を防止して、不均化反応の発生を抑制する。これにより、二重結合を有するエチレン系フッ化炭化水素を含む作動媒体を用いた、信頼性の高い冷凍サイクル装置

を提供する。」と記載されている。

- [0006] 特許文献3に記載の冷凍サイクル装置は、圧縮機の電動機の入力電流の電流値が、圧縮機の始動時以外の通常運転時における最大電流値の3倍以上に設定された第1の所定値を超えた場合、圧縮機の電動機の入力電流の電流値が、圧縮機の始動時における電流値の2倍以上に設定された第2の所定値を超えた場合、及び、圧縮機の電動機の入力電流の電流値の変化量に基づいて算出された、放電空間での放電電子数が、 1.0×10^{19} 個/秒以上に設定された第3の所定値を超えた場合、の少なくともいずれかの場合に、圧縮機への電力供給の停止、及び、圧縮機の回転数の低下、の少なくともいずれかを行う防護装置を有する。

先行技術文献

特許文献

- [0007] 特許文献1：国際公開第2012/157764号
特許文献2：国際公開第2012/157765号
特許文献3：国際公開第2019/172008号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 特許文献1に開示された冷凍サイクル装置は、圧縮機の電動機の入力電流の電流値を用いて不均化反応の予兆を検出し、防護装置により、圧縮機への電力供給の停止、及び、圧縮機の回転数の低下、の少なくともいずれかを行うことで不均化反応を抑制する。
- [0009] 本開示は、作動媒体の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする制御方法、制御装置、冷凍サイクル装置、及び、プログラムを提供する。

課題を解決するための手段

- [0010] 本開示の一態様にかかる制御方法は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の制御方法であって、冷凍サイク

ル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1 状態又は作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する。

[0011] 本開示の一態様にかかる制御装置は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置であって、冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路と、冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1 状態又は作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する。

[0012] 本開示の一態様にかかる冷凍サイクル装置は、上記の制御装置と、上記の冷凍サイクル回路と、を備える。

[0013] 本開示の一態様にかかるプログラムは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、コンピュータシステムに、冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1 状態又は作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する処理を実行させる。

発明の効果

[0014] 本開示の態様は、作動媒体の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]実施の形態 1 にかかる冷凍サイクル装置のブロック図

[図2]実施の形態 1 にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

[図3]実施の形態 1 にかかる制御装置の駆動回路の平滑回路の電圧の波形図

[図4]実施の形態 1 にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図5]実施の形態 1 にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図6]実施の形態 1 にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

- [図7]実施の形態1にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図8]実施の形態1にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図9]実施の形態1にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図10]実施の形態2にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図
- [図11]実施の形態2にかかる圧縮機の電動機の概略図
- [図12]不均化反応の発生の有無を検証する実験の結果の説明図
- [図13]実施の形態2にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図14]実施の形態2にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図15]実施の形態2にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図16]実施の形態3にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図17]実施の形態3にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図18]実施の形態3にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図19]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図20]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図21]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図22]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図23]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図24]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図25]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図26]実施の形態4にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図27]実施の形態5にかかる冷凍サイクル装置のブロック図
- [図28]実施の形態5にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図
- [図29]実施の形態5にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機の内部の概略図
- [図30]実施の形態5にかかる光検知回路の概略図
- [図31]実施の形態5にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部
- [図32]実施の形態5にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図33]実施の形態5にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図34]実施の形態5にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図35]実施の形態5にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図36]実施の形態5にかかる制御装置の動作のフローチャートの一部

[図37]実施の形態6にかかる冷凍サイクル装置のブロック図

[図38]実施の形態6にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

[図39]実施の形態6にかかる冷凍サイクル装置の光検知回路の概略図

[図40]実施の形態7にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

[図41]実施の形態7にかかる冷凍サイクル装置の光検知回路の概略図

[図42]実施の形態8にかかる冷凍サイクル装置のブロック図

[図43]実施の形態8にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

[図44]色素の吸光度の波長変化の一例のグラフ

[図45]実施の形態8にかかる冷凍サイクル装置の光検知回路の概略図

[図46]実施の形態9にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

[図47]実施の形態9にかかる冷凍サイクル装置の光検知回路の概略図

[図48]実施の形態10にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

[図49]変形例にかかる制御装置の概略図

[図50]変形例にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機及び制御装置の概略図

発明を実施するための形態

[0016] [1. 実施の形態]

以下、場合によって図面を参照しながら、本開示の実施の形態について説明する。ただし、以下の実施の形態は、本開示を説明するための例示であり、本開示を以下の内容（例えば、各構成要素の形状、寸法、配置等）に限定

する趣旨ではない。上下左右等の位置関係は、特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づくものとする。以下の実施の形態において説明する各図は、模式的な図であり、各図中の各構成要素の大きさ及び厚さそれぞれの比が、必ずしも実際の寸法比を反映しているとは限らない。また、各要素の寸法比率は図面に図示された比率に限られるものではない。

[0017] なお、以下の説明において、複数ある構成要素を互いに区別する必要がある場合には、「第 1」、「第 2」等の接頭辞を構成要素の名称に付すが、構成要素に付した符号により互いに区別可能である場合には、文章の読みやすさを考慮して、「第 1」、「第 2」等の接頭辞を省略する場合がある。

[0018] なお、以下の説明において、複数ある構成要素を互いに区別する必要がある場合には、「- 1」、「- 2」等の接尾辞を構成要素の符号に付すが、複数ある構成要素を区別する必要がない場合には、文章の読みやすさを考慮して、「- 1」、「- 2」等の接尾辞を省略する場合がある。

[0019] [1. 1 実施の形態 1]

[1. 1. 1 構成]

図 1 は、本実施の形態にかかる冷凍サイクル装置 1 のブロック図である。冷凍サイクル装置 1 は、例えば、冷房運転及び暖房運転が可能な空気調和器を構成する。冷凍サイクル装置 1 は、冷凍サイクル回路 2 と、制御装置 3 とを備える。

[0020] 冷凍サイクル回路 2 は、作動媒体 20（図 2 参照）が循環する流路を構成する。本実施の形態において、作動媒体 20 は、冷媒成分として、エチレン系フルオロオレフィンを含む。エチレン系フルオロオレフィンは、不均化反応が生じるエチレン系フルオロオレフィンであり得る。不均化反応が生じるエチレン系フルオロオレフィンの例としては、1, 1, 2-トリフルオロエチレン（HFO 1123）、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン（HFO 1132（E））、シス-1, 2-ジフルオロエチレン（HFO-1132（Z））、1, 1-ジフルオロエチレン（HFO-1132a）、テトラフルオロエチレン（ $\text{CF}_2=\text{CF}_2$, F O 1114）、モノフルオロエチレン

(H F O - 1 1 4 1) が挙げられる。すなわち、作動媒体 20 は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む。

[0021] 作動媒体 20 は、複数種類の冷媒成分を含んでよい。作動媒体 20 は、エチレン系フルオロオレフィンの主冷媒成分として、エチレン系フルオロオレフィン以外の化合物を副冷媒成分として含んでもよい。副冷媒成分の例としては、ハイドロフルオロカーボン (H F C)、ハイドロフルオロオレフィン (H F O)、飽和炭化水素、二酸化炭素等が挙げられる。ハイドロフルオロカーボン (H F C) の例としては、ジフルオロメタン、ジフルオロエタン、トリフルオロエタン、テトラフルオロエタン、ペンタフルオロエタン、ペンタフルオロブタン、ヘプタフルオロシクロペンタン等が挙げられる。ハイドロフルオロオレフィン (H F O) の例としては、モノフルオロプロペン、トリフルオロプロペン、テトラフルオロプロペン、ペンタフルオロプロペン、ヘキサフルオロブテン等が挙げられる。飽和炭化水素の例としては、エタン、*n*-プロパン、シクロプロパン、*n*-ブタン、シクロブタン、イソブタン (2-メチルプロパン)、メチルシクロプロパン、*n*-ペンタン、イソペンタン (2-メチルブタン)、ネオペンタン (2, 2-ジメチルプロパン)、メチルシクロブタン等が挙げられる。

[0022] 作動媒体 20 は、エチレン系フルオロオレフィンの不均化反応を抑制する不均化抑制剤を、更に含んでもよい。不均化抑制剤の例としては、飽和炭化水素又はハロアルカンが挙げられる。飽和炭化水素の例としては、エタン、*n*-プロパン、シクロプロパン、*n*-ブタン、シクロブタン、イソブタン (2-メチルプロパン)、メチルシクロプロパン、*n*-ペンタン、イソペンタン (2-メチルブタン)、ネオペンタン (2, 2-ジメチルプロパン)、メチルシクロブタン等が挙げられる。上記の例においては、*n*-プロパンが好ましい。ハロアルカンの例としては、炭素数が 1 又は 2 のハロアルカンが挙げられる。炭素数が 1 のハロアルカン (すなわちハロメタン) の例としては、(モノ) ヨードメタン (CH_3I)、ジヨードメタン (CH_2I_2)、ジブロモメタン (CH_2Br_2)、ブロモメタン (CH_3Br)、ジクロロメタン (C

$\text{H}_2\text{C l}_2$)、クロロヨードメタン ($\text{CH}_2\text{C l l}$)、ジブロモクロロメタン ($\text{CHBr}_2\text{C l}$)、四ヨウ化メタン (C l_4)、四臭化炭素 (CBr_4)、ブロモトリクロロメタン (CBrCl_3)、ジブロモジクロロメタン ($\text{CBr}_2\text{C l}_2$)、トリブロモフルオロメタン (CBr_3F)、フルオロジヨードメタン (CHF l_2)、ジフルオロジヨードメタン ($\text{CF}_2\text{ l}_2$)、ジブロモジフルオロメタン (CBr_2F_2)、トリフルオロヨードメタン ($\text{CF}_3\text{ l}$)、ジフルオロヨードメタン ($\text{CHF}_2\text{ l}$) 等が挙げられる。炭素数が2のハロアルカン (すなわちハロエタン) の例としては、1, 1, 1-トリフルオロ-2-ヨードエタン ($\text{CF}_3\text{CH}_2\text{ l}$)、モノヨードエタン ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{ l}$)、モノブロモエタン ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}$)、1, 1, 1-トリヨードエタン ($\text{CH}_3\text{C l}_3$) 等が挙げられる。作動媒体20は、炭素数が1又は2のハロアルカンの1種類又は2種類以上を含んでよい。つまり、炭素数が1又は2のハロアルカンは、1種類のみが用いられてもよいし2種類以上が適宜組み合わせられて用いられてもよい。

[0023] ここで、1, 1, 2-トリフルオロエチレン (HFO 1123) を含む作動媒体を用いて不均化反応の発生の有無を検証する実験を行った。不均化反応の実験においては、密閉型の耐圧容器 (ステンレス密閉容器、内部容積50 mL) に対して、当該耐圧容器内の内部圧力を測定する圧力センサ (長野計器株式会社製GC61)、当該耐圧容器内の内部温度を測定する熱電対 (Conax Technologies製PL熱電対グランドPL-18-K-A 4-T)、並びに、当該耐圧容器内で放電を発生させるための放電装置を取り付けた。さらに、1, 1, 2-トリフルオロエチレンのガスボンベを圧力調整可能となるように接続した。そして、耐圧容器全体を加熱するためにマントルヒータを設置するとともに、配管部分も加熱できるようにリボンヒータ (株式会社東京技術研究所製フレキシブルリボンヒータ1 m、200 W) を設置した。これにより、不均化反応の実験系を構築した。

[0024] 下表1は、1, 1, 2-トリフルオロエチレン単体 (例1及び例2)、1, 1, 2-トリフルオロエチレンの含有量が80質量%、n-プロパンの含

有量が20質量%となるように調整した混合ガス（例3）、1, 1, 2-トリフルオロエチレンの含有量が91.5質量%、n-プロパンの含有量が7.5質量%、ジフルオロヨードメタンの含有量が1.0質量%となるように調整した混合ガス（例4）、及び1, 1, 2-トリフルオロエチレンの含有量が69.5質量%、ジフルオロメタンの含有量が22質量%、n-プロパンの含有量が7.5質量%、ジフルオロヨードメタンの含有量が1.0質量%となるように調整した混合ガス（例5）を作動媒体とした場合の、不均化反応の発生の有無を示す。例1及び例2では圧力が2MPa、例3～例5では圧力が6MPaになるように調整した。表1における蓄積エネルギーは、放電装置の内部に設置したキャパシタ部に蓄積した静電エネルギーである。放電回数は、当該条件で一定間隔で放電した回数であり、その回数後に不均化反応を示した場合には、不均化反応の有無に“有”と記載、不均化反応が見られない場合には“無”と記載した。

[0025] [表1]

	ガス種	GWP	蓄積エネルギー [J]	放電回数	不均化反応の有無
例1	HF01123 (100 質量%)	< 10	0.5	> 15回	無
例2	HF01123 (100 質量%)	< 10	1.1	2回	有
例3	HF01123/n-プロパン =80/20 質量%	< 10	1.5	> 60回	無
例4	HF01123/n-プロパン/ ジフルオロヨードメタン =91.5/7.5/1.0 質量%	< 10	1.5	> 12回	無
例5	HF01123/ジフルオロメタン/n-プロ パン/ ジフルオロヨードメタン =69.5/22/7.5/1.0 質量%	< 150	1.5	> 50回	無

[0026] 表1から、例1においては、不均化反応が確認されていない。したがって、蓄積エネルギーが0.5J未満の軽微な放電においては不均化反応が発生する可能性が非常に低いことが確認された。また、表1から、例2においては、不均化反応が確認されている。したがって、蓄積エネルギーが大きい場合には、2回の連続放電の後に不均化反応が発生する可能性が高いことが確認された。表1は、蓄積エネルギーが大きいほど、すなわち放電に費やすエネルギーが大きいほど不均化反応が発生する可能性が高くなることを示している。こ

れは、不均化反応を抑制するには、軽微な放電状態にとどめる、すなわち早期に検知して、不均化反応の抑制をすることが好ましいことを示している。

[0027] 表1から、例3においては、不均化抑制剤としてn-プロパンを含んだ混合ガスの作動媒体で不均化反応が確認されていない。例3は、1, 1, 2-トリフルオロエチレン単体において不均化が確認された例2に比べて大きな蓄積エネルギーを用いている。したがって、不均化抑制剤としてn-プロパンを含んだ作動媒体において、すなわち不均化抑制剤によって蓄積エネルギーが高められている場合においても、小さい軽微な放電においては不均化反応が発生する可能性が非常に低いことが確認された。これは、不均化抑制剤を含んだ混合ガスの作動媒体において不均化反応を抑制するには、軽微な放電状態にとどめる、すなわち早期に検知して、不均化反応の抑制をすることが好ましいことを示している。

[0028] 表1から、例4においては、不均化抑制剤としてn-プロパンとジフルオロヨードメタンを含んだ混合ガスの作動媒体で不均化反応が確認されていない。例4は、1, 1, 2-トリフルオロエチレン単体において不均化が確認された例2に比べて大きな蓄積エネルギーを用いている。したがって、不均化抑制剤としてn-プロパンと異なる不均化抑制剤としてジフルオロヨードメタンを含んだ作動媒体において、すなわち2つ以上の不均化抑制剤によって蓄積エネルギーが高められている場合においても、小さい軽微な放電においては不均化反応が発生する可能性が非常に低いことが確認された。これは、2つ以上の不均化抑制剤を含んだ混合ガスの作動媒体において不均化反応を抑制するには、軽微な放電状態にとどめる、すなわち早期に検知して、不均化反応の抑制をすることが好ましいことを示している。

[0029] 表1から、例5においては、不均化抑制剤としてn-プロパンと異なる不均化抑制剤としてジフルオロメタンと副冷媒成分としてジフルオロヨードメタンとを含んだ混合ガスの作動媒体で不均化反応が確認されていない。例5は、1, 1, 2-トリフルオロエチレン単体において不均化が確認された例2に比べて大きな蓄積エネルギーを用いている。したがって、2つ以上の不均

化抑制剤によって蓄積エネルギーが高められ、不均化を発生しない副冷媒成分を含む作用媒体においても、小さい軽微な放電においては不均化反応が発生する可能性が非常に低いことが確認された。これは、2つ以上の不均化抑制剤を含み、1種類以上の副冷媒を含む混合ガスの作動媒体において不均化反応を抑制するには、軽微な放電状態にとどめる、すなわち早期に検知して、不均化反応の抑制をすることが好ましいことを示している。

[0030] 発明者らは不均化反応の機構について鋭意検討した結果、エチレン系フルオロオレフィンについてはほぼ共通の反応経路で分解が進行すること、生成するラジカル種は同一でありその組成が変化しただけであること、その熱分解温度がほぼ同程度であることを突き止めた。すなわち、1, 1, 2-トリフルオロエチレン以外のエチレン系フルオロオレフィンにおいても、軽微な放電において少量のラジカルが発生し、それが断続的に複数回起きるだけは不均化反応にならず、大きなエネルギーの放電によって多量のラジカルが生成した場合にのみ不均化反応が進行するといえる。

[0031] 冷凍サイクル回路2は、圧縮機4と、第1熱交換器5と、膨張弁6と、第2熱交換器7と、四方弁8とを備える。

[0032] 冷凍サイクル装置1は、室外機1aと、室内機1bとを含む。室外機1aは、制御装置3と、圧縮機4と、第1熱交換器5と、膨張弁6と、四方弁8とを含む。室外機1aは、更に、第1熱交換器5での熱交換を促進するための第1送風機5aを備える。室内機1bは、第2熱交換器7を含む。室内機1bは、更に、第2熱交換器7での熱交換を促進するための第2送風機7aを備える。

[0033] 冷凍サイクル回路2において、圧縮機4は、作動媒体を圧縮し、作動媒体の圧力を高くする。圧縮機4については後に詳しく説明する。第1熱交換器5及び第2熱交換器7は、冷凍サイクル回路2を循環する作動媒体と外部の空気（例えば、外気又は室内空気）との間で熱交換を行う。膨張弁6は、作動媒体の圧力（蒸発圧力）の調整及び作動媒体の流量の調整を行う。四方弁8は、冷凍サイクル回路2を循環する作動媒体の方向を、冷房運転に対応す

る第1方向と、暖房運転に対応する第2方向とで切り替える。

[0034] 本実施の形態において、第1方向は、図1において実線の矢印A1で示すように、作動媒体が、冷凍サイクル回路2を、圧縮機4、第1熱交換器5、膨張弁6、第2熱交換器7の順に循環する方向である。

[0035] 冷房運転では、圧縮機4はガス状の作動媒体を圧縮して吐出し、これによりガス状の作動媒体は四方弁8を介して第1熱交換器5に送出される。第1熱交換器5は外気とガス状の作動媒体との熱交換を行い、ガス状の作動媒体は凝縮して液化する。液状の作動媒体は膨張弁6により減圧され、第2熱交換器7に送出される。第2熱交換器7では、液状の作動媒体と室内空気との熱交換を行い、液状の作動媒体が蒸発してガス状の作動媒体となる。ガス状の作動媒体は、四方弁8を介して圧縮機4に戻る。冷房運転において、第1熱交換器5が凝縮器として機能し、第2熱交換器7が蒸発器として機能する。したがって、室内機1bは、冷房時には第2熱交換器7での熱交換により冷却された空気を室内に送風する。

[0036] 本実施の形態において、第2方向は、図1において破線の矢印A2で示すように、作動媒体が、冷凍サイクル回路2を、圧縮機4、第2熱交換器7、膨張弁6、第1熱交換器5の順に循環する方向である。

[0037] 暖房運転では、圧縮機4はガス状の作動媒体を圧縮して吐出し、これによりガス状の作動媒体は四方弁8を介して第2熱交換器7に送出される。第2熱交換器7は室内空気とガス状の作動媒体との熱交換を行い、ガス状の作動媒体は凝縮して液化する。液状の作動媒体は膨張弁6により減圧され、第1熱交換器5に送出される。第1熱交換器5では、液状の作動媒体と外気との熱交換を行い、ガス状の作動媒体が蒸発してガス状の作動媒体となる。ガス状の作動媒体は、四方弁8を介して圧縮機4に戻る。暖房運転において、第1熱交換器5が蒸発器として機能し、第2熱交換器7が凝縮器として機能する。したがって、室内機1bは、暖房時には第2熱交換器7での熱交換により暖められた空気を室内に送風する。

[0038] 制御装置3は、冷凍サイクル回路2の圧縮機4を制御する。図2は、圧縮

機 4 及び制御装置 3 の概略図である。

- [0039] 圧縮機 4 は、例えば、密閉圧縮機である。圧縮機 4 は、ロータリ式、スクロール式、又はその他の周知の方式であってよい。圧縮機 4 は、密閉容器 40 と、圧縮機構 41 と、電動機 42 とを備える。
- [0040] 密閉容器 40 は、作動媒体 20 の流路を構成する。密閉容器 40 は、吸入管 401 及び吐出管 402 を有する。作動媒体 20 は、吸入管 401 から密閉容器 40 内に吸入され、圧縮機構 41 により圧縮された後に、吐出管 402 から密閉容器 40 外に吐出される。密閉容器 40 の内部は高温高压の作動媒体 20 と潤滑油で満たされる。密閉容器 40 の底部は、作動媒体 20 と潤滑油との混合液を溜める貯油部を構成する。
- [0041] 圧縮機構 41 は、密閉容器 40 内に位置し、作動媒体を圧縮する。圧縮機構 41 は、従来周知の構成であってよい。圧縮機構 41 は、例えば、圧縮室を形成するシリンダと、シリンダ内の圧縮室に配置したローリングピストンと、ローリングピストンに結合されるクランクシャフトとを有する。
- [0042] 電動機 42 は、密閉容器 40 内に位置し、圧縮機構 41 を動作させる。電動機 42 は、例えば、ブラシレスモータ（三相ブラシレスモータ）である。電動機 42 は、例えば、圧縮機構 41 のクランクシャフトに固定された回転子と、回転子の周囲に設けられた固定子とを備える。固定子は、例えば、固定子鉄心（電磁鋼板等）に絶縁紙等の絶縁部材を介して固定子巻線（マグネットワイヤ等）を集中又は分散巻し構成される。固定子巻線は絶縁部材によって被覆される。絶縁部材の例としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、アラミドポリマー、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）等が挙げられる。
- [0043] 圧縮機 4 は、圧縮機構 41 の圧縮室での液圧縮を防止するためにアキュムレータを備えてよい。アキュムレータは、作動媒体をガス状の作動媒体と液状の作動媒体とに分離し、ガス状の作動媒体だけを吸入管 401 から密閉容器 40 の内部に導く。

- [0044] 制御装置 3 は、駆動回路 3 1 と、制御回路 3 5 とを備える。
- [0045] 駆動回路 3 1 は、電源 1 0 からの入力電力に基づいて電動機 4 2 を駆動する。本実施の形態において、電源 1 0 は交流電源であり、入力電力は交流電力である。駆動回路 3 1 は、コンバータ回路 3 1 1 と、インバータ回路 3 1 2 とを含む。
- [0046] コンバータ回路 3 1 1 は、電源 1 0 からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力する。つまり、コンバータ回路 3 1 1 は、直流出力電力の電圧が第 1 電圧となるように、入力電力を直流出力電力に変換する。第 1 電圧は、駆動回路 3 1 の定格電圧に対応する。
- [0047] コンバータ回路 3 1 1 は、整流回路 3 1 1 a 及び平滑回路 3 1 1 b を含む。
- [0048] 整流回路 3 1 1 a は、複数のダイオード D 1 ~ D 4 で構成されるダイオードブリッジである。整流回路 3 1 1 a の入力端子（ダイオード D 1, D 2 の接続点、及び、ダイオード D 3, D 4 の接続点）間に電源 1 0 が接続され、整流回路 3 1 1 a の出力端子（ダイオード D 1, D 3 の接続点、及び、ダイオード D 2, D 4 の接続点）間に平滑回路 3 1 1 b が接続される。
- [0049] 平滑回路 3 1 1 b は、整流回路 3 1 1 a の出力端子間の電圧を平滑して出力する。平滑回路 3 1 1 b により、直流出力電力の電圧が第 1 電圧に設定される。平滑回路 3 1 1 b は、インダクタ L 1 及び平滑コンデンサ C 1, C 2 の直列回路を備える。平滑回路 3 1 1 b では、インダクタ L 1 と平滑コンデンサ C 1 との接続点が、第 1 電圧に対応する電圧を出力する第 1 出力点 P 1 である。平滑回路 3 1 1 b では、ダイオード D 2, D 4 の接続点と平滑コンデンサ C 2 との接続点が、第 1 出力点 P 1 での電圧より低い電圧を出力する第 2 出力点 P 2 である。平滑回路 3 1 1 b では、平滑コンデンサ C 1 と平滑コンデンサ C 2 との接続点が、第 1 出力点 P 1 での電圧と第 2 出力点 P 2 での電圧との間の電圧を出力する第 3 出力点 P 3 である。第 1 出力点 P 1、第 2 出力点 P 2 及び第 3 出力点 P 3 の関係においては、第 1 出力点 P 1 は高電圧点、第 2 出力点 P 2 は低電圧点、第 3 出力点 P 3 は中間電圧点である。平

滑回路 3 1 1 b において、平滑コンデンサ C 1 と平滑コンデンサ C 2 とは静電容量が等しい。そのため、第 1 出力点 P 1 での電圧と第 3 出力点 P 3 での電圧との間の電圧と、第 2 出力点 P 2 での電圧と第 3 出力点 P 3 での電圧との間の電圧とは等しい。第 1 出力点 P 1 と第 2 出力点 P 2 との間の電圧（これは第 1 電圧に対応する）を E とすると、第 1 出力点 P 1 と第 3 出力点 P 3 との間の電圧は $E/2$ であり、同様に、第 2 出力点 P 2 と第 3 出力点 P 3 との間の電圧は $E/2$ である。これにより、駆動回路 3 1 は、E、 $E/2$ 、0、 $-E/2$ 、 $-E$ の 5 レベルの電圧を与えることができる。

[0050] インバータ回路 3 1 2 は、コンバータ回路 3 1 1 からの直流出力電力に基づいて、電動機 4 2 に交流出力電力を出力する。本実施の形態では、交流出力電力は、三相交流電力である。インバータ回路 3 1 2 は、複数の半導体スイッチング素子 U 1 ~ U 4、V 1 ~ V 4、W 1 ~ W 4 を備える。半導体スイッチング素子 U 1 ~ U 4、V 1 ~ V 4、W 1 ~ W 4 は、例えば、トランジスタ等である。

[0051] 半導体スイッチング素子 U 1 ~ U 4、V 1 ~ V 4、及び、W 1 ~ W 4 は、各々、直列回路を構成し、第 1 出力点 P 1 と第 2 出力点 P 2 との間に接続される。

[0052] 半導体スイッチング素子 U 1、U 2 の接続点、半導体スイッチング素子 V 1、V 2 の接続点及び半導体スイッチング素子 W 1、W 2 の接続点は、ダイオード D 5、ダイオード D 7 及びダイオード D 9 を介して第 3 出力点 P 3 に、それぞれ接続される。

[0053] ダイオード D 5、D 7、D 9 のアノードは第 3 出力点 P 3 に接続され、ダイオード D 5、D 7、D 9 のカソードは半導体スイッチング素子 U 1、U 2 の接続点、半導体スイッチング素子 V 1、V 2 の接続点及び半導体スイッチング素子 W 1、W 2 の接続点にそれぞれ接続される。

[0054] 半導体スイッチング素子 U 2、U 3 の接続点は、電動機 4 2 の U 相の入力端子に接続される U 相出力端子 P_u を構成する。半導体スイッチング素子 V 2、V 3 の接続点は、電動機 4 2 の V 相の入力端子に接続される V 相出力端

子P_vを構成する。半導体スイッチング素子W₂, W₃の接続点は、電動機42のW相の入力端子に接続されるW相出力端子P_wを構成する。

[0055] 半導体スイッチング素子U₃, U₄の接続点、半導体スイッチング素子V₃, V₄の接続点及び半導体スイッチング素子W₃, W₄の接続点は、ダイオードD₆、ダイオードD₈及びダイオードD₁₀を介して第3出力点P₃に、それぞれ接続される。

[0056] ダイオードD₆, D₈, D₁₀のカソードは第3出力点P₃に接続され、ダイオードD₆, D₈, D₁₀のアノードは半導体スイッチング素子U₃, U₄の接続点、半導体スイッチング素子V₃, V₄の接続点及び半導体スイッチング素子W₃, W₄の接続点にそれぞれ接続される。

[0057] インバータ回路312において、半導体スイッチング素子U₁, U₂, V₁, V₂, W₁, W₂は、第1出力点P₁と電動機42との間に接続される第1半導体スイッチング素子群を構成する。特に、半導体スイッチング素子U₁, U₂は、第1出力点P₁と電動機42のU相入力端子との間に接続されるU相第1半導体スイッチング素子群を構成する。半導体スイッチング素子V₁, V₂は、第1出力点P₁と電動機42のV相入力端子との間に接続されるV相第1半導体スイッチング素子群を構成する。半導体スイッチング素子W₁, W₂は、第1出力点P₁と電動機42のW相入力端子との間に接続されるW相第1半導体スイッチング素子群を構成する。

[0058] 半導体スイッチング素子U₃, U₄, V₃, V₄, W₃, W₄は、第2出力点P₂と電動機42との間に接続される第2半導体スイッチング素子群を構成する。特に、半導体スイッチング素子U₃, U₄は、第2出力点P₂と電動機42のU相入力端子との間に接続されるU相第2半導体スイッチング素子群を構成する。半導体スイッチング素子V₃, V₄は、第2出力点P₂と電動機42のV相入力端子との間に接続されるV相第2半導体スイッチング素子群を構成する。半導体スイッチング素子W₃, W₄は、第2出力点P₂と電動機42のW相入力端子との間に接続されるW相第2半導体スイッチング素子群を構成する。

- [0059] 半導体スイッチング素子U₂, U₃, V₂, V₃, W₂, W₃は、第3出力点P₃と電動機42との間に接続される第3半導体スイッチング素子群を構成する。特に、半導体スイッチング素子U₂, U₃は、第3出力点P₃と電動機42のU相入力端子との間に接続されるU相第3半導体スイッチング素子群を構成する。半導体スイッチング素子V₂, V₃は、第3出力点P₃と電動機42のV相入力端子との間に接続されるV相第3半導体スイッチング素子群を構成する。半導体スイッチング素子W₂, W₃は、第3出力点P₃と電動機42のW相入力端子との間に接続されるW相第3半導体スイッチング素子群を構成する。
- [0060] コンバータ回路311は、第1～第3出力点P₁～P₃を含む複数の出力点を有する。インバータ回路312は、第1出力点P₁と電動機42との間に接続される第1半導体スイッチング素子群（半導体スイッチング素子U₁, U₂, V₁, V₂, W₁, W₂）と、第2出力点P₂と電動機42との間に接続される第2半導体スイッチング素子群（半導体スイッチング素子U₃, U₄, V₃, V₄, W₃, W₄）と、第3出力点P₃と電動機42との間に接続される第3半導体スイッチング素子群（半導体スイッチング素子U₂, U₃, V₂, V₃, W₂, W₃）とを含む複数の半導体スイッチング素子群を有する。駆動回路31は、いわゆるマルチレベルインバータ、特に、3レベルインバータである。
- [0061] 電圧検出器32は、コンバータ回路311の直流出力電力を検出し、直流出力電力の電圧を示す検出電圧を出力する。本実施の形態では、電圧検出器32は、コンバータ回路311の平滑回路311bの出力端間、つまり、第1出力点P₁と第2出力点P₂との間に接続される分圧回路を含み、分圧回路から得られる電圧に基づいて、検出電圧を出力する。また、電圧検出器32は、分圧回路及び差動アンプの出力に基づいて、検出電圧を出力してもよい。一例として、差動アンプの非反転入力端子及び反転入力端子は、分圧回路の抵抗の両端にそれぞれ接続され、差動アンプは、当該抵抗にかかる電圧を検出電圧として出力でき得る。差動アンプを用いることでフローティング

状態の電位差を検出することができ、検出電圧の精度の向上が可能になる。電圧検出器 32 が駆動回路 31 に接続される位置は、特に限定されず、コンバータ回路 311 の直流出力電力を検出できる位置であればよい。コンバータ回路 311 の直流出力電力を検出できる位置は、コンバータ回路 311 内に限らず、インバータ回路 312 内において、第 1 出力点 P1 及び第 2 出力点 P2 それぞれと回路的に等価な位置であってよい。電圧検出器 32 の分圧回路は、従来周知の構成を採用できるから、詳細な説明は省略する。

[0062] 第 1 防護装置 33 は、交流出力電力の出力を停止するために設けられる。第 1 防護装置 33 は、駆動回路 31 と電動機 42 との間に介在されるスイッチ S_u , S_v , S_w を備える。スイッチ S_u , S_v , S_w は、電動機 42 の U 相、V 相、W 相の入力端子と、U 相出力端子 P_u , P_v , P_w との間にそれぞれ接続される。スイッチ S_u , S_v , S_w は、例えば、半導体スイッチ、電磁リレー等の制御可能なスイッチであればよい。第 1 防護装置 33 は、スイッチ S_u , S_v , S_w が閉じているオン状態では、駆動回路 31 から電動機 42 への交流出力電力の出力を可能にし、スイッチ S_u , S_v , S_w が開いているオフ状態では、駆動回路 31 から電動機 42 への交流出力電力の出力を停止する。

[0063] 第 2 防護装置 34 は、入力電力の入力を停止するために設けられる。第 2 防護装置 34 は、駆動回路 31 と電源 10 との間に介在されるスイッチ S_1 , S_2 を備える。スイッチ S_1 , S_2 は、整流回路 311a の入力端子と電源 10 との間にそれぞれ接続される。スイッチ S_1 , S_2 は、例えば、半導体スイッチ、電磁リレー等の制御可能なスイッチであればよい。第 2 防護装置 34 は、スイッチ S_1 , S_2 が閉じているオン状態では、電源 10 から駆動回路 31 への入力電力の入力を可能にし、スイッチ S_1 , S_2 が開いているオフ状態では、電源 10 から駆動回路 31 への入力電力の入力を停止する。

[0064] 制御回路 35 は、例えば、1 以上のプロセッサ（マイクロプロセッサ）と 1 以上のメモリとを少なくとも含むコンピュータシステムにより実現され得

る。コンピュータシステムは、1以上のA/Dコンバータを含んでいてもよい。例えば、1以上のA/Dコンバータは、電圧検出器32からの検出電圧をアナログ形式からデジタル形式に変換するために用いられる。制御回路35は、駆動回路31、第1防護装置33及び第2防護装置34を制御する。特に、制御回路35は、駆動回路31が電動機42を動作させるように駆動回路31のインバータ回路312の複数の半導体スイッチング素子群のPWM制御を実行する。より詳細には、制御回路35は、インバータ回路312が、平滑回路311bからの直流出力電力に基づいて、電動機42に交流出力電力（三相交流電力）を供給するように、駆動回路31のインバータ回路312の複数の半導体スイッチング素子U1～U4、V1～V4、W1～W4のスイッチングを制御する。

[0065] 半導体スイッチング素子U1～U4については、半導体スイッチング素子U1、U2がオン、半導体スイッチング素子U3、U4がオフの第1状態と、半導体スイッチング素子U3、U4がオン、半導体スイッチング素子U1、U2がオフの第2状態と、半導体スイッチング素子U2、U3がオン、半導体スイッチング素子U1、U4がオフの第3状態とがある。U相出力端子Puの電圧は、第1状態では $E/2$ 、第2状態では $-E/2$ 、第3状態では0となる。

[0066] 半導体スイッチング素子V1～V4については、半導体スイッチング素子V1、V2がオン、半導体スイッチング素子V3、V4がオフの第1状態と、半導体スイッチング素子V3、V4がオン、半導体スイッチング素子V1、V2がオフの第2状態と、半導体スイッチング素子V2、V3がオン、半導体スイッチング素子V1、V4がオフの第3状態とがある。V相出力端子Pvの電圧は、第1状態では $E/2$ 、第2状態では $-E/2$ 、第3状態では0となる。

[0067] 半導体スイッチング素子W1～W4については、半導体スイッチング素子W1、W2がオン、半導体スイッチング素子W3、W4がオフの第1状態と、半導体スイッチング素子W3、W4がオン、半導体スイッチング素子W1

、 $W2$ がオフの第2状態と、半導体スイッチング素子 $W2$ 、 $W3$ がオン、半導体スイッチング素子 $W1$ 、 $W4$ がオフの第3状態とがある。 W 相出力端子 P_w の電圧は、第1状態では $E/2$ 、第2状態では $-E/2$ 、第3状態では 0 となる。

[0068] このように、駆動回路31は、 E 、 $E/2$ 、 0 、 $-E/2$ 、 $-E$ の5レベルの電圧を与えることができる。

[0069] 制御回路35は、例えば、三相交流の U 相、 V 相及び W 相の正弦波交流電圧にそれぞれ対応する U 相、 V 相及び W 相出力電圧指令値、並びに、第1及び第2キャリア三角波に基づいて、駆動回路31のインバータ回路312の半導体スイッチング素子 $U1 \sim U4$ 、 $V1 \sim V4$ 、 $W1 \sim W4$ のスイッチングを制御する。第1キャリア三角波の値は 0 以上であり、第2キャリア三角波の値は 0 以下である。駆動回路31は、 E 、 $E/2$ 、 0 、 $-E/2$ 、 $-E$ の5レベルの電圧を与えることができるため、電動機42の U 相入力端子と V 相入力端子との間の電圧、電動機42の V 相入力端子と W 相入力端子との間の電圧、及び、電動機42の W 相入力端子と U 相入力端子との間の電圧のそれぞれをより正弦波に近付けることができる。

[0070] 制御回路35は、さらに、電圧検出器32からの検出電圧に基づいて、冷凍サイクル回路2を循環する作動媒体20の不均化反応を抑制するための処理を実行する。

[0071] 作動媒体20の不均化反応の要因は、熱とラジカルであると考えられる。例えば、高温高圧下でラジカルが生成された場合に、作動媒体20の不均化反応が進行すると考えられる。ラジカルは、例えば、圧縮機4又は駆動回路31で何らかの異常が発生した場合に生じ得る放電現象により生成される可能性がある。

[0072] 放電現象を起点として作動媒体20の不均化反応が進行する場合、作動媒体20においてプラズマ又は反応火球の発生が観測される。そして、作動媒体20の不均化反応によって、作動媒体20から生成物が生じる。生成物は、中間生成物又は最終生成物を含み得る。最終生成物は、作動媒体20の不

均化反応において生じる化学種のうち、熱力学的に安定な化学種をいう。ここで、「熱力学的に安定」とは、1気圧で2000K以上の高温下に所定時間（例えば、10分程度）さらした後、常温及び常圧に戻した際に化合物の種類及び組成が変化しないことをいう。中間生成物は、作動媒体20の不均化反応において生じる化学種のうち、熱力学的に不安定な化学種をいう。「熱力学的に不安定」とは、1気圧で2000K以上の高温下にさらすことで化合物の種類又は組成の少なくとも一方が変化することをいう。熱力学的に不安定な化学種には、いわゆる準安定な化学種も含まれる。特に、中間生成物は、作動媒体20の不均化反応において生じる化学種のうち、1ms以上の寿命を持って存在し得るが、高温（例えば2000K以上）下において分解して最終生成物を生じ得る化学種であるといえる。このような中間生成物には、当然ながら、最終生成物は含まれない。なお、ここでの寿命は、冷凍サイクル回路2の内部に相当する測定環境下での寿命である。一例として、寿命の測定条件は、最高温度500K、最大圧力6MPaである。

[0073] 例えば、作動媒体20が冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む場合、中間生成物としては、カルベン、カルベン挿入体（カルベンの挿入反応により生じた化合物）、テトラフルオロエチレン、パーフルオロオレフィン、フルオロベンゼンが挙げられる。最終生成物としては、スス、フッ化水素、テトラフルオロメタンが挙げられる。

[0074] このような不均化反応の進行を考慮すると、冷凍サイクル回路2の圧縮機4を駆動する駆動回路31に関する第1状態又は作動媒体20に関する第2状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知することができると考えられる。第1状態は、圧縮機4での放電現象の発生を判断するために用いることができる駆動回路31の状態である。第2状態は、プラズマ又は反応火球の発生による作動媒体20の発光、又は、作動媒体20から生じた生成物の量等の判断に用いることができる作動媒体20の状態である。なお、ここでいう不均化反応の予兆は、作動媒体20での局所的な不均化反応の予兆というよりは、作動媒体20全体への不均化反応の伝播の予兆を意味す

る。つまり、局所的な不均化反応が頻発するとやがて不均化反応が作動媒体 20 全体に広がってしまうおそれがある。

[0075] 本発明者らは、圧縮機 4 において放電現象が発生した場合に、コンバータ回路 311 の直流出力電力の電圧、つまり、駆動回路 31 の平滑回路 311b の電圧に急峻な変化が生じることを見出した。図 3 は、コンバータ回路 311 の直流出力電力の電圧の波形図である。図 3 では、時間 $t_{11} \sim t_{12}$, $t_{21} \sim t_{22}$, $t_{31} \sim t_{32}$, $t_{41} \sim t_{42}$, $t_{51} \sim t_{52}$ において直流出力電流の電圧が緩やかに低下しているが、この電圧の低下は、インバータ回路 312 の半導体スイッチング素子 $U_1 \sim U_4$, $V_1 \sim V_4$, $W_1 \sim W_4$ のスイッチングによる。インバータ回路 312 のスイッチング周波数は、例えば、 $1.0 \text{ kHz} \sim 5.0 \text{ kHz}$ である場合、時間 t_{11} と時間 t_{21} との間の時間は、約 $0.2 \sim 1.0 \text{ ms}$ 程度である。ここで、時間 t_{33} において、直流出力電流の電圧の急峻な低下が見られ、これは、放電現象の発生に起因すると考えられる。

[0076] このような観点から、制御回路 35 は、電圧検出器 32 からの検出電圧に基づいて放電現象が生じたかどうかの判定をし、放電現象が生じていると判定した場合には、冷凍サイクル回路 2 を循環する作動媒体の不均化反応を抑制するため、駆動回路 31 の動作を停止又は制限する。

[0077] 制御装置 3 では、駆動回路 31 から電動機 42 に実際に流れている電流に生じる変化ではなく、駆動回路 31 の内部の直流出力電力（平滑回路 311b の電圧）に生じる変化に基づいて、不均化反応の予兆の検出を行う。放電現象の時間スケールは、駆動回路 31 での平滑化（整流化）の時間スケールより短い。例えば、放電現象の時間スケールは、 μs オーダーである。そのため、駆動回路 31 の内部の直流出力電力により、放電現象が生じているかどうかを判定できる。そして、駆動回路 31 から電動機 42 に実際に流れている電流の計測よりも、駆動回路 31 の内部の直流出力電力（平滑回路 311b の電圧）の計測のほうがより短時間、短周期で行える。これは、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にする。このように作動媒

体 20 の不均化反応の予兆をより早期に検出できれば、不均化反応の抑制をより早期に行うことができるから、不均化反応の抑制の向上が可能になる。

[0078] 本実施の形態では、制御回路 35 は、検出電圧が第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になると駆動回路 31 の動作を停止又は制限する。第 2 電圧は、圧縮機 4 又は駆動回路 31 で何らかの異常が発生した場合に生じ得る放電現象が起きたかどうかを判定するために設定される。図 3 を参照すると、直流出力電流の通常時の電圧（第 1 電圧）を E とすれば、放電現象によって直流出力電流の電圧は、 $0.8E$ 以下、さらには $0.3E$ 以下になることが観測された。この点から、第 2 電圧は、第 1 電圧の 0.3 倍以上 0.8 倍以下であることが好ましい。本実施の形態では、第 2 電圧は、第 1 電圧の 0.8 倍である。

[0079] 以上述べた制御装置 3 では、電圧検出器 32 は、直流出力電力を検出し、直流出力電力の電圧を示す検出電圧を第 1 状態として出力する。制御回路 35 は、駆動回路 31 に関する第 1 状態に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する。ここで、制御回路 35 は、検出電圧が第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になった回数により圧縮機 4 での放電現象の発生回数を決定する。不均化反応の予兆は、放電現象の発生回数が所定回数以上となることである。

[0080] 冷凍サイクル回路 2 の動作の停止又は制限は、駆動回路 31 の動作の停止、凝縮器のファンの回転数の増加、蒸発器のファンの回転数の低下、膨張弁の開度の増加、（冷凍サイクル装置 1 が複数の室内機 1b を備える場合）運転停止中の室内機 1b のうち少なくとも一つの室内機 1b の膨張弁を開とすること、（暖房運転の場合）四方弁 8 により冷房運転に切り替え膨張弁 6 を開とすることを、含み得る。

[0081] 駆動回路 31 の動作の停止は、交流出力電力の出力の停止、直流出力電力の出力の停止、又は、入力電力の入力の停止のいずれかにより実現可能である。交流出力電力の出力を停止する場合、制御回路 35 は、第 1 防護装置 33 をオフ状態に設定して電動機 42 を駆動回路 31 から電氣的に分離し、交

流出力電力の出力を停止させる。交流出力電力の出力を再開させる場合、制御回路 35 は、第 1 防護装置 33 をオン状態に設定して電動機 42 を駆動回路 31 に接続する。入力電力の入力を停止する場合、制御回路 35 は、第 2 防護装置 34 をオフ状態に設定して電源 10 を駆動回路 31 から電氣的に分離し、交流出力電力の出力を停止させる。入力電力の入力を再開させる場合、制御回路 35 は、第 2 防護装置 34 をオン状態に設定して電源 10 を駆動回路 31 に接続する。

[0082] 駆動回路 31 の動作の制限は、交流出力電力の振幅の設定値の低下、又は、交流出力電力の周波数の設定値の低下により実現可能である。制御回路 35 は、駆動回路 31 を制御して、交流出力電力の振幅の設定値を低下させる。本実施の形態では、駆動回路 31 は、 E 、 $E/2$ 、 0 、 $-E/2$ 、 $-E$ の 5 レベルの電圧を与えることができるため、交流出力電力の振幅の設定値を、 E から $E/2$ に変更する。この場合、交流出力電力の振幅の設定値が E であるときよりも、電動機 42 の回転速度が低下する。

[0083] 入力電力の入力を停止すると、結果として交流出力電力の出力が停止する。本実施の形態では、制御回路 35 は、第 2 防護装置 34 をオフ状態に設定して電源 10 を駆動回路 31 から電氣的に分離し、交流出力電力の出力を停止させる。入力電力の入力を再開させる場合、制御回路 35 は、第 2 防護装置 34 をオン状態に設定して電源 10 を駆動回路 31 に接続する。

[0084] 制御回路 35 は、検出電圧が第 2 電圧未満になった回数に応じて、異なる方法で駆動回路 31 の動作を停止又は制限する。特に、制御回路 35 は、検出電圧が第 2 電圧未満になった回数が増えるほど、不均化反応の抑制の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置 3 は、短時間に連続的に比較的軽微な放電現象が起きた場合であっても、不均化反応の抑制を可能にする。例えば、低エネルギーの異常状態（放電）が連続的に起こることで所定のエネルギーを超えて不均化反応が誘起されることを防止し、作動媒体 20 の利用の安全性を向上できる。

[0085] 制御回路 35 は、最初に検出電圧が第 2 電圧未満になった第 1 時間と次に

検出電圧が第2電圧未満になった第2時間との時間差に応じて、異なる方法で駆動回路31の動作を停止又は制限する。特に、制御回路35は、時間差が短いほど、不均化反応の抑制の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置3は、短時間に連続的に比較的軽微な放電現象が起きた場合であっても、不均化反応の抑制を可能にする。これによって、例えば、低エネルギーの異常状態（放電）が連続的に起こることで所定のエネルギーを超えて不均化反応が誘起されることを防止し、作動媒体20の利用の安全性を向上できる。

[0086] 不均化反応を抑制するための処理は、例えば、第1処理～第3処理を含む。第1処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の出力を再開する処理である。第2処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の振幅の設定値を低下させて動作させる処理である。第3処理は、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する処理である。第1処理～第3処理であれば、第3処理、第2処理、第1処理の順に、不均化反応の抑制の度合いが高い。第1処理又は第2処理においても、待機時間が長いほど、不均化反応の抑制の度合いが高い。

[0087] 次に、制御装置3の制御回路35の動作の一例について図4～図9を参照して簡単に説明する。図4～図9の各々は制御装置3の制御回路35の動作のフローチャートの一部であり、図4～図9を組み合わせて一つのフローチャートが完成する。

[0088] 図4を参照する。制御回路35は、駆動回路31により電源10の入力電力に基づいて交流出力電力を電動機42に出力し、圧縮機4を駆動させる。制御回路35は、異常回数を0に設定する（S10）。異常回数は、検出電圧が第2電圧未満となった回数を示す。異常回数の多さは不均化反応の発生の可能性の高さの指標となる。

[0089] 制御回路35は、電圧検出器32から検出電圧を取得する（S11）。制御回路35は、検出電圧が第2電圧未満かどうかを判定する（S12）。

[0090] 検出電圧が第2電圧未満でない場合（S12：NO）、ステップS10に

戻る。ステップS 1 1, S 1 2により、制御回路3 5は、所定周期で検出電圧が第2電圧未満かどうかを判定する。ここでの所定周期は、インバータ回路3 1 2の基準周波数（例えば、1 0 0 0～5 0 0 0 H z）に対応する周期より短いことが好ましい。

[0091] ステップS 1 2において、検出電圧が第2電圧未満である場合（S 1 2 : Y E S）、制御回路3 5は、異常回数を1加算し（S 1 3）、異常回数が1以下かどうかを判定する（S 1 4）。

[0092] ステップS 1 4において、異常回数が1以下である場合（S 1 4 : Y E S）、制御回路3 5は、第1防護装置3 3をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S 1 5）。制御回路3 5は、交流出力電力の出力の停止から第1待機時間が経過したかどうかを判定する（S 1 6）。第1待機時間は、例えば、1 sである。第1待機時間が経過すると（S 1 6 : Y E S）、制御回路3 5は、第1防護装置3 3をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S 1 7）、これによって、圧縮機4の運転を再開する（S 1 8）。その後は、ステップS 1 1に戻る。

[0093] このように、制御回路3 5は、検出電圧が第2電圧未満になると交流出力電力の出力を停止し、交流出力電力の出力の停止から第1待機時間が経過すると交流出力電力の出力を再開する。

[0094] ステップS 1 4において、異常回数が1以下でない場合（S 1 4 : N O）、図5を参照すると、制御回路3 5は、最初に検出電圧が第2電圧未満になった第1時間と次に検出電圧が第2電圧未満になった第2時間との時間差が第1所定時間以内かどうかを判定する（ステップS 1 9）。時間差の短さは不均化反応の発生の可能性の高さの指標となる。第1所定時間は、例えば、インバータ回路3 1 2の基準周波数に対応する周期の1 0 0倍程度であり、2 0～1 0 0 m s程度である。

[0095] ステップS 1 9において、時間差が第1所定時間以内である場合（ステップS 1 9 : Y E S）、制御回路3 5は、第1防護装置3 3をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S 2 0）。制御回路3 5は、第2防

護装置 34 をオフ状態に設定して入力電力の入力を停止させる (S 21)。
制御回路 35 は、第 1 異常通知を出力する (S 22)。第 1 異常通知は、冷凍サイクル装置 1 において不均化反応が生じる可能性が非常に高い異常が起きていることを示す。第 1 異常通知は、例えば、室内機 1b の制御回路及びリモートコントローラ等に出力される。この後、制御回路 35 は、圧縮機 4 の運転を停止する (S 23)。

[0096] このように、制御回路 35 は、第 1 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開 (S 17) から所定時間 (第 1 所定時間) が経過する前に検出電圧が第 2 電圧未滿になると (S 19: YES)、交流出力電力の出力を停止し (S 20)、入力電力の入力を停止する (S 21)。

[0097] ステップ S 19 において、時間差が第 1 所定時間以内でない場合 (ステップ S 19: NO)、図 6 を参照すると、制御回路 35 は、時間差が、第 1 所定時間より長い第 2 所定時間以内かどうかを判定する (ステップ S 24)。第 2 所定時間は、例えば、インバータ回路 312 の基準周波数に対応する周期の 1000 倍程度であり、200ms ~ 1s 程度である。

[0098] ステップ S 24 において、時間差が第 2 所定時間以内である場合 (ステップ S 24: YES)、制御回路 35 は、第 1 防護装置 33 をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる (S 25)。制御回路 35 は、交流出力電力の振幅の設定値が E から $E/2$ に低下するように駆動回路 31 の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する (S 26)。制御回路 35 は、第 2 異常通知を出力する (S 27)。第 2 異常通知は、冷凍サイクル装置 1 において不均化反応が生じる可能性が高い異常が起きていることを示す。第 2 異常通知は、例えば、室内機 1b の制御回路及びリモートコントローラ等に出力される。

[0099] 制御回路 35 は、交流出力電力の出力の停止から第 4 待機時間が経過したかどうかを判定する (S 28)。第 4 待機時間は、第 1 待機時間より長い。第 4 待機時間は、例えば、60s である。第 4 待機時間が経過すると (S 28: YES)、図 7 に示すように、制御回路 35 は、第 1 防護装置 33 をオ

ン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S 2 9）、これによって、圧縮機 4 の運転を再開する（S 3 0）。この場合、交流出力電力の振幅の設定値が E から $E / 2$ に低下したままである。

[0100] このように、制御回路 3 5 は、第 1 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 1 7）から所定時間（第 2 所定時間）が経過する前に検出電圧が第 2 電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し（S 2 5）、交流出力電力の振幅の設定値を低下させる（S 2 6）。制御回路 3 5 は、交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間より長い第 4 待機時間が経過すると、交流出力電力の振幅の設定値を低下させたままで交流出力電力の出力を再開する（S 2 9）。

[0101] その後、制御回路 3 5 は、電圧検出器 3 2 から検出電圧を取得する（S 3 1）。制御回路 3 5 は、検出電圧が第 2 電圧未満かどうかを判定する（S 3 2）。

[0102] ステップ S 3 2 において、検出電圧が第 2 電圧未満である場合（S 3 2 : Y E S）、図 5 のステップ S 2 0 に進む。

[0103] ステップ S 3 2 において、検出電圧が第 2 電圧未満でない場合（S 3 2 : N O）、制御回路 3 5 は、圧縮機 4 の運転の再開から第 2 監視時間が経過したかどうかを判定する（S 3 3）。

[0104] ステップ S 3 3 において、圧縮機 4 の運転の再開から第 2 監視時間が経過していれば（S 3 3 : Y E S）、制御回路 3 5 は、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値を E に戻して（S 3 4）、図 4 のステップ S 1 1 に進む。

[0105] ステップ S 3 3 において、圧縮機 4 の運転の再開から第 2 監視時間が経過していなければ（S 3 3 : N O）、ステップ S 3 1 に戻る。

[0106] ステップ S 3 1 ~ S 3 3 では、圧縮機 4 の運転の再開から第 2 監視時間が経過するまでに検出電圧が第 2 電圧未満になると、図 5 のステップ S 2 0 に進み、圧縮機 4 の運転の再開から第 2 監視時間が経過するまでに検出電圧が第 2 電圧未満にならないければ、ステップ S 3 4 に進むことになる。

- [0107] このように、制御回路 35 は、第 4 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 29）から第 2 監視時間の間検出電圧が第 2 電圧未満にならないければ（S 33：YES）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（S 34）。制御回路 35 は、第 4 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 29）から第 2 監視時間の経過前に検出電圧が第 2 電圧未満になると（S 32：YES）、交流出力電力の出力を停止し（S 20）、入力電力の入力を停止する（S 21）。
- [0108] 図 6 に戻り、ステップ S 24 で時間差が第 2 所定時間以内でない場合（ステップ S 24：NO）、図 8 を参照すると、制御回路 35 は、時間差が、第 2 所定時間より長い第 3 所定時間以内かどうかを判定する（ステップ S 35）。第 3 所定時間は、例えば、インバータ回路 312 の基準周波数に対応する周期の 10000 倍程度であり、2 s ～ 10 s 程度である。
- [0109] ステップ S 35 において、時間差が第 3 所定時間以内でない場合（ステップ S 35：NO）、ステップ S 10 に戻り、制御回路 35 は、異常回数を 0 に設定する（図 4 参照）。つまり、異常検知から、十分に時間が経過した場合には、放電現象の発生の可能性が低いと考えられるため、異常回数を 0 にリセットする。
- [0110] ステップ S 35 において、時間差が第 3 所定時間以内である場合（ステップ S 35：YES）、制御回路 35 は、異常回数が 2 以下かどうかを判定する（S 36）。
- [0111] ステップ S 36 において、異常回数が 2 以下である場合（S 36：YES）、制御回路 35 は、第 1 防護装置 33 をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S 37）。制御回路 35 は、第 3 異常通知を出力する（S 38）。第 3 異常通知は、冷凍サイクル装置 1 において不均化反応が生じる可能性がある異常が起きていることを示す。第 3 異常通知は、例えば、室内機 1b の制御回路及びリモートコントローラ等に出力される。制御回路 35 は、交流出力電力の出力の停止から第 2 待機時間が経過したかどうかを判定する（S 39）。第 2 待機時間は、第 1 待機時間より長い。第 2 待機時

間は、例えば、10 sである。第2待機時間が経過すると（S39：YES）、制御回路35は、第1防護装置33をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S40）、これによって、圧縮機4の運転を再開する（S41）。その後は、ステップS11に戻る。

[0112] このように、制御回路35は、第1待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S17）から所定時間（第3所定時間）が経過する前に検出電圧が第2電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止する。制御回路35は、交流出力電力の出力の停止から第1待機時間より長い第2待機時間が経過すると交流出力電力の出力を再開する（S40）。

[0113] ステップS36において、異常回数が2以下でない場合（S36：NO）、つまり、異常回数が3以上である場合、制御回路35は、第1防護装置33をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S42）。制御回路35は、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S43）。制御回路35は、第2異常通知を出力する（S44）。

[0114] 制御回路35は、交流出力電力の出力の停止から第3待機時間が経過したかどうかを判定する（S45）。第3待機時間は、第2待機時間より長い。第3待機時間は、例えば、60 sである。第3待機時間が経過すると（S45：YES）、図9に示すように、制御回路35は、第1防護装置33をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S46）、これによって、圧縮機4の運転を再開する（S47）。この場合、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下したままである。

[0115] このように、制御回路35は、第2待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S40）から所定時間（第3所定時間）が経過する前に検出電圧が第2電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し（S42）、交流出力電力の振幅の設定値を低下させる（S43）。制御回路35は、交流出力電力の出力の停止から第2待機時間より長い第3待機時間が経過すると、交流出力電力の振幅の設定値を低下させたままで交流出力電力の出力を再開す

る（Ｓ４７）。

[0116] その後、制御回路３５は、電圧検出器３２から検出電圧を取得する（Ｓ４８）。制御回路３５は、検出電圧が第２電圧未満かどうかを判定する（Ｓ４９）。

[0117] ステップＳ４９において、検出電圧が第２電圧未満である場合（Ｓ４９：ＹＥＳ）、図５のステップＳ２０に進む。

[0118] ステップＳ４９において、検出電圧が第２電圧未満でない場合（Ｓ４９：ＮＯ）、制御回路３５は、圧縮機４の運転の再開から第１監視時間が経過したかどうかを判定する（Ｓ５０）。第１監視時間は、ステップＳ３３の第２監視時間と同じであってもよいし、異なってもよい。

[0119] ステップＳ５０において、圧縮機４の運転の再開から第１監視時間が経過していれば（Ｓ５０：ＹＥＳ）、制御回路３５は、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値をＥに戻して（Ｓ５１）、図４のステップＳ１１に進む。

[0120] ステップＳ５０において、圧縮機４の運転の再開から第１監視時間が経過していなければ（Ｓ５０：ＮＯ）、ステップＳ４８に戻る。

[0121] ステップＳ４８～Ｓ５０では、圧縮機４の運転の再開から第１監視時間が経過するまでに検出電圧が第２電圧未満になると、図５のステップＳ２０に進み、圧縮機４の運転の再開から第１監視時間が経過するまでに検出電圧が第２電圧未満にならなければ、ステップＳ５１に進むことになる。

[0122] このように、制御回路３５は、第３待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（Ｓ４７）から第１監視時間の間検出電圧が第２電圧未満にならなければ（Ｓ５０：ＹＥＳ）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（Ｓ５１）。制御回路３５は、第３待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（Ｓ４７）から第１監視時間の経過前に検出電圧が第２電圧未満になると（Ｓ４９：ＹＥＳ）、交流出力電力の出力を停止し（Ｓ２０）、入力電力の入力を停止する（Ｓ２１）。

[0123] [１．１．２ 効果等]

以上述べた制御装置 3 は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 を制御する制御装置であって、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 31 と、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 31 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する制御回路 35 と、を備える。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0124] 制御装置 3 において、駆動回路 31 は、電源 10 からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力するコンバータ回路 311、及び、直流出力電力に基づいて交流出力電力を電動機 42 に出力するインバータ回路 312 を含む。制御装置 3 は、直流出力電力を検出し、直流出力電力の電圧を示す検出電圧を第 2 状態として出力する電圧検出器 32 を備える。制御回路 35 は、検出電圧が第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になった回数により圧縮機 4 での放電現象の発生回数を決定する。不均化反応の予兆は、放電現象の発生回数が所定回数以上となることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0125] 以上述べた制御装置 3 は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 31 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0126] 制御方法は、第 2 状態に基づいて圧縮機 4 での放電現象の発生回数を決定することを含む。不均化反応の予兆は、放電現象の発生回数が所定回数以上となることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0127] 制御装置 3 が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 を制御する制御装置 3 が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、コンピュータシステムに、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 31 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する処理を実行させる。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0128] 以上述べた制御装置 3 は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する。作動媒体 20 は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。制御装置 3 は、電源 10 からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力するコンバータ回路 311、及び、直流出力電力に基づいて交流出力電力を電動機 42 に出力するインバータ回路 312 を含む駆動回路 31 と、直流出力電力を検出し、直流出力電力の電圧を示す検出電圧を出力する電圧検出器 32 と、検出電圧が第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になると駆動回路 31 の動作を停止又は制限する制御回路 35 と、を備える。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0129] 制御装置 3 において、駆動回路 31 の動作の停止は、交流出力電力の出力の停止、直流出力電力の出力の停止、又は、入力電力の入力の停止の少なくとも一つを含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0130] 制御装置 3 において、駆動回路 31 の動作の制限は、交流出力電力の振幅の設定値の低下、又は、交流出力電力の周波数の設定値の低下の少なくとも一方を含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0131] 制御装置 3 において、制御回路 35 は、検出電圧が第 2 電圧未満になった

第 1 時間と検出電圧が第 2 電圧未満になった第 2 時間との時間差に応じて、異なる方法で駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。この構成は、連続的に放電現象が起きた場合であっても、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0132] 制御装置 3 において、制御回路 3 5 は、検出電圧が第 2 電圧未満になった回数に応じて、異なる方法で駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。この構成は、連続的に放電現象が起きた場合であっても、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0133] 制御装置 3 において、制御回路 3 5 は、検出電圧が第 2 電圧未満になると交流出力電力の出力を停止し、交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間が経過すると交流出力電力の出力を再開する。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機 4 の運転を継続できる。

[0134] 制御装置 3 において、制御回路 3 5 は、第 1 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に検出電圧が第 2 電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し、交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間より長い第 2 待機時間が経過すると交流出力電力の出力を再開する。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機 4 の運転を継続できる。

[0135] 制御装置 3 において、制御回路 3 5 は、第 2 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に検出電圧が第 2 電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し、交流出力電力の振幅の設定値を低下させ、交流出力電力の出力の停止から第 2 待機時間より長い第 3 待機時間が経過すると、交流出力電力の振幅の設定値を低下させたままで交流出力電力の出力を再開する。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機 4 の運転を継続できる。

[0136] 制御装置 3 において、制御回路 3 5 は、第 3 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から第 1 監視時間の間検出電圧が第 2 電圧未満にならないければ、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除し、第 3 待機時間の経過後

の交流出力電力の出力の再開から第1監視時間の経過前に検出電圧が第2電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する。この構成は、作動媒体20の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機4の運転を継続できる。

[0137] 制御装置3において、制御回路35は、第1待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に検出電圧が第2電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し、交流出力電力の振幅の設定値を低下させ、交流出力電力の出力の停止から第4待機時間が経過すると、交流出力電力の振幅の設定値を低下させたままで交流出力電力の出力を再開する。この構成は、作動媒体20の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機4の運転を継続できる。

[0138] 制御装置3において、制御回路35は、第4待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から第2監視時間の間検出電圧が第2電圧未満にならないければ、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除し、第4待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から第2監視時間の経過前に検出電圧が第2電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する。この構成は、作動媒体20の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機4の運転を継続できる。

[0139] 制御装置3において、制御回路35は、第1待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に検出電圧が第2電圧未満になると、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する。この構成は、作動媒体20の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0140] 制御装置3において、第2電圧は、第1電圧の0.3倍以上0.8倍以下である。この構成は、作動媒体20の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0141] 以上述べた冷凍サイクル装置1は、制御装置3と、冷凍サイクル回路2と、を備える。この構成は、作動媒体20の不均化反応の予兆の検出の早期化

を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0142] 冷凍サイクル装置 1 において、エチレン系フルオロオレフィンは、不均化反応が生じるエチレン系フルオロオレフィンを含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0143] 冷凍サイクル装置 1 において、エチレン系フルオロオレフィンは、1, 1, 2-トリフルオロエチレン、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン、シス-1, 2-ジフルオロエチレン、1, 1-ジフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン、又は、モノフルオロエチレンである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0144] 冷凍サイクル装置 1 において、作動媒体 20 は、冷媒成分としてジフルオロメタンを更に含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0145] 冷凍サイクル装置 1 において、作動媒体 20 は、飽和炭化水素を更に含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0146] 冷凍サイクル装置 1 において、作動媒体 20 は、エチレン系フルオロオレフィンの不均化反応を抑制する不均化抑制剤として、炭素数が 1 又は 2 のハロアルカンを含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0147] 冷凍サイクル装置 1 において、飽和炭化水素は、n-プロパンを含む。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0148] 以上述べた制御装置 3 は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する制御装置 3 で実行される。作動媒体 20 は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。制御装置 3 は、電源 10 からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力するコンバータ回路 311、及び、直流出力電力に基づいて交流出力電力を電動機 42 に出力するインバータ回路 312 を含む駆動回路 31 を備える。制御方法は、直流出力電力の電圧が第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になると、駆動回路 31 の動作を停止

又は制限する。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0149] 制御装置 3 が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する制御装置 3 が備えるコンピュータシステムで実行される。作動媒体 20 は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。制御装置 3 は、電源 10 からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力するコンバータ回路 311、及び、直流出力電力に基づいて交流出力電力を電動機 42 に出力するインバータ回路 312 を含む駆動回路 31 を備える。プログラムは、コンピュータシステムに、直流出力電力の電圧が第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になると、駆動回路 31 の動作を停止又は制限させる。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の予兆の検出の早期化を可能にし、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0150] [1. 2 実施の形態 2]

[1. 2. 1 構成]

本実施の形態は、作動媒体の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする制御装置、冷凍サイクル装置、制御方法、及び、プログラムを提供する。

[0151] 図 10 は、実施の形態 2 にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機 4 及び制御装置 3A の概略図である。実施の形態 2 にかかる冷凍サイクル装置は、実施の形態 1 にかかる冷凍サイクル装置 1 と同様の構成を含むから、同様の構成については必要に応じて図 1 及び符号を援用する。

[0152] 制御装置 3A は、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する。

[0153] 図 11 は、電動機 42 の概略図である。電動機 42 は、例えば、圧縮機構 41 のクランクシャフトに固定された回転子 421 と、回転子 421 の周囲に設けられた固定子 422 とを備える。固定子 422 は、例えば、固定子鉄心（電磁鋼板等）422a に絶縁紙等の絶縁部材を介して固定子巻線（マグ

ネットワイヤ等) W_u , W_v , W_w を集中又は分散巻し構成される。図3では、固定子422は、2つのU相に対応する固定子巻線 W_u 、2つのV相に対応する固定子巻線 W_v 、及び、2つのW相に対応する固定子巻線 W_w の合計6つの固定子巻線を備える。

[0154] 制御装置3Aは、駆動回路31と、光検知装置32Aと、第1防護装置33と、第2防護装置34と、制御回路35Aとを備える。

[0155] 光検知装置32Aは、密閉容器40内の光を検知し、光の強度を出力する。作動媒体20の不均化反応の要因は、熱とラジカルであると考えられる。例えば、高温高圧下でラジカルが生成された場合に、作動媒体20の不均化反応が進行すると考えられる。ラジカルは、例えば、圧縮機4又は駆動回路31で何らかの異常が発生した場合に生じ得る放電現象により生成される可能性がある。本発明者らは、圧縮機4において不均化反応が発生した場合に、密閉容器40内において光が発生することを見出した。

[0156] ここで、1, 1, 2-トリフルオロエチレン (HFO 1123) を含む作動媒体を用いて不均化反応の発生の有無を検証する実験を行った。

[0157] 不均化反応の実験においては、密閉型の耐圧容器（ステンレス密閉容器（窓板付き）、内部容積50 mL）に対して、当該耐圧容器内の内部圧力を測定する圧力センサ（長野計器株式会社製GC61）、当該耐圧容器内の内部温度を測定する熱電対（Conax Technologies製PL熱電対グランドPL-18-K-A 4-T）、並びに、当該耐圧容器内で放電を発生させるための放電電極Dを取り付けたものである。さらに、1, 1, 2-トリフルオロエチレンのガスボンベを圧力調整可能となるように接続した。そして、耐圧容器全体（窓板を除く）を加熱するためにマントルヒータを設置するとともに、配管部分も加熱できるようにリボンヒータ（株式会社東京技術研究所製フレキシブルリボンヒータ1 m、200 W）を設置した。また、放電に起因する不均化反応の発光挙動を観察するためにデジタルカメラ（市販品、240 fps）を耐圧容器の窓板に正対する位置に設置した。これにより、不均化反応の実験系を構築した。

[0158] 図12は、不均化反応の発生の有無を検証する実験の結果の説明図である。図12では、1, 1, 2-トリフルオロエチレンを作動媒体とし、0.2 J程度の放電によって生じたプラズマ及び反応火球の挙動を4.2 ms/フレームで撮影した際の主要なフレームの画像を時間の早い順に左から図示した。図12において、画像の下には模式図を示す。模式図は、上の画像の中心部分Wを概略的に示す。模式図においては、Dは、放電装置の平行な放電電極を示し、Pは放電箇所を示す。図12において、画像の上には時間を示す。時間は、放電によるプラズマが撮影されたフレームを0 msとし、放電からの経過時間を示す。

[0159] 放電の瞬間(0 ms)には、フレームの中心(放電箇所P)において青白い発光を観測した。分光測定から、この発光が200 nm以上600 nm以下で強いことを確認した。後続のフレーム(4~12 ms)では、フレームの中心(放電箇所P)において発光が継続的に観測される点は0 msフレームと同一であるが、発光色が赤橙色に変化した。分光測定から、この発光が600 nm以上で特に強く、黒体放射に似た発光プロファイルを有していた。すなわち、4~12 msのフレームは600 nm以上2000 nm以下で強く観測された。8 ms以降では、赤橙色の発光が弱くなる様子が観察され、100 ms後にはほとんど発光を示さず、1000 ms程度後には放電前(-4 ms)と同等程度の暗さ(無発光状態)に戻った。放電エネルギーを変化させてこの挙動を調べた結果、0 msのプラズマによる発光(青白色)は、いかなる場合にも表れ、4 ms以内に消失し、発光強度は放電エネルギーの増加によって増大した。一方で、後続する反応火球の発光(赤橙色)の継続時間は数msから数十msの間で変化し、放電エネルギーの増加によって増大した。8 msフレームに現れる赤橙色の発光強度も放電エネルギーの増加に伴ってわずかに増大した。

[0160] 図12に示すように赤橙色の反応火球が生じた場合でも、放電エネルギーが0.2 J程度と低い場合には、自発的な反応伝搬によって反応器全体に火炎が伝搬することはなかった。すなわち、プラズマ(0 ms)や反応火球(4

～数十ms)が生じ発光した場合にも、その発光の程度が軽微であれば、容器全体にわたるような反応伝搬が起こらない。加えて、プラズマによる可視光領域の発光と反応火球による可視から近赤外領域の発光とは、発光の強度および継続時間に違いがあった。可視光領域の発光は、強度が低いもののすべての放電現象で観測される特徴があった。これに対して、可視から近赤外領域の発光は、継続時間が長いために積算発光強度が強くなる傾向があるものの放電エネルギーの低い軽微な放電においては観測されにくい特徴があった。したがって、不均化反応の伝搬を抑制するためには、それぞれの発光の特徴を利用し、軽微な発光状態を早期かつ高い感度で検知することが好ましい。

[0161] このように、不均化反応により生じた火球を光源とする光の波長の少なくとも一部は、近赤外線領域又は600nmより大きく2000nm以下の範囲に含まれることが確認された。不均化反応により生じた火球による光は、比較的発光時間が長く、比較的発光量も多い。つまり、不均化反応により生じた火球による光は、不均化反応の進行の初期段階で観測されるものの、検知自体はしやすい。そこで、光検知装置32Aは、600nm超過2000nm以下の波長の第1光を検知する。以下では、説明を簡略化するために、600nm超過2000nm以下の波長の光を第1光という。第1光の波長は、主に、近赤外線の波長領域に含まれる。

[0162] 図11を参照すると、光検知装置32Aは、第1光を検知する複数の光検知器321A、322Aを含む。複数の光検知器321A、322Aは、密閉容器40内に配置される。圧縮機4において、不均化反応は、固定子巻線での放電現象、又は、圧縮機構41のクランクシャフトの摺動によって引き起こされる可能性がある。そのため、光検知器321Aは、電動機42の回転軸A11の方向の第1端側（紙面手前側）に配置される。光検知器322Aは、電動機42の回転軸A11の方向の第2端側（紙面奥側）に配置される。これによって、不均化反応の検出の精度の向上が可能になる。特に、図11では、2つのU相に対応する固定子巻線Wu、2つのV相に対応する固

定子巻線 W_w 、及び、2つのW相に対応する固定子巻線 $W_w u$ の合計6つの固定子巻線の各々に対して、光検知器321A及び光検知器322Aが一つずつ配置される。よって、光検知器321A、322Aは、電動機42の回転軸A11の方向において、各固定子巻線の両側に配置される。この構成では、放電現象の発生する可能性が高い電動機42の回転軸A11の方向の第1端側又は第2端側に光検知器321A、322Aに配置するから、光検知器321A、322Aの数を減らしながらも、必要な感度を達成できる。特に、本実施の形態では、光検知器321A、322Aは、固定子巻線に対して、電動機42の回転軸A11の方向の第1端側又は第2端側にあるから、放電現象に起因する光を効率良く検知することができる。

[0163] 光検知器321A、322Aは、例えば、PN型フォトダイオード、PIN型フォトダイオード、及びアバランシェフォトダイオードから選択されてよい。本実施の形態では、光検知器321A、322Aは、例えば、InGaAsフォトダイオード又はPbSフォトダイオードである。

[0164] 制御回路35Aは、例えば、1以上のプロセッサ（マイクロプロセッサ）と1以上のメモリとを少なくとも含むコンピュータシステムにより実現され得る。コンピュータシステムは、1以上のA/Dコンバータを含んでいてもよい。例えば、1以上のA/Dコンバータは、光検知装置32Aからの検出電圧をアナログ形式からデジタル形式に変換するために用いられる。制御回路35Aは、制御回路35と同様に、駆動回路31、第1防護装置33及び第2防護装置34を制御する。

[0165] 制御回路35Aは、さらに、光検知装置32Aから出力される光の強度に基づいて、冷凍サイクル回路2を循環する作動媒体20の不均化反応を抑制するための処理を実行する。上述したように、本発明者らは、圧縮機4において不均化反応が発生した場合に、密閉容器40内において第1光が発生することを見出した。このような観点から、制御回路35Aは、密閉容器40内の第1光の強度に基づいて不均化反応が生じたかどうかの判定をし、不均化反応が生じていると判定した場合には、冷凍サイクル回路2を循環する作

動媒体の不均化反応の進行を抑制するため、駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。

[0166] 以上述べた制御装置 3 A では、光検知装置 3 2 A は、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内の光を検知し、光の強度を第 2 状態として出力する。制御回路 3 5 A は、作動媒体 2 0 に関する第 2 状態に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する。ここで、制御回路 3 5 A は、光の強度が光の閾値を超えた回数により圧縮機 4 での作動媒体 2 0 の発光回数を決定する。不均化反応の予兆は、作動媒体 2 0 の発光回数が所定回数以上となることである。

[0167] 制御装置 3 A では、駆動回路 3 1 から電動機 4 2 に実際に流れている電流に生じる変化ではなく、密閉容器 4 0 内で生じる光の強度に基づいて、不均化反応の検出を行う。そのため、制御装置 3 A は、冷凍サイクル装置 1 を構成する回路の物理的又は電氣的な状態に影響されずに、不均化反応の検出を行える。このように作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上できれば、不均化反応の進行の抑制をより精度よく行うことができるから、不均化反応の抑制の向上が可能になる。

[0168] 本実施の形態では、制御回路 3 5 A は、第 1 光の強度が第 1 光の閾値を超えると駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。本実施の形態では、光検知装置 3 2 A が複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A を有している。制御回路 3 5 A は、複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A からの第 1 光の強度の少なくとも一つが第 1 光の閾値を超えると、駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。第 1 光の閾値は、不均化反応が発生したかどうかを判定するために設定される。第 1 光の閾値は、電動機 4 2 の定格駆動時に光検知装置 3 2 A から得られる第 1 光の強度の 3 倍以上である。電動機 4 2 の定格駆動時に光検知装置 3 2 A から得られる第 1 光の強度は、例えば、電動機 4 2 の定格駆動時に光検知装置 3 2 A に現れるベースライン電流に対応する。

[0169] 本実施の形態では、第 1 光の閾値として、第 1 閾値、第 1 閾値より小さい第 2 閾値、及び、第 2 閾値より小さい第 3 閾値が用いられる。ただし、第 3

閾値は、第1光の検知下限値より大きい。第1光の検知下限値は、第1光自体が存在しているかどうかの基準となる値である。異なる閾値を用いることで、制御回路35Aは、第1光の強度の大きさに応じて、異なる方法で駆動回路31の動作を停止又は制限する。特に、制御回路35Aは、第1光の強度が大きいほど、不均化反応の抑制の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置3Aは、不均化反応の抑制を適切に実行でき得る。

[0170] 不均化反応を抑制するための処理は、例えば、第1処理及び第2処理を含む。第1処理は、交流出力電力の振幅の設定値を低下させ、交流出力電力の振幅の設定値の低下から監視時間が経過する前に光の強度が光の閾値以下の判定値を超えると交流出力電力の出力及び入力電力の入力の少なくとも一方を停止させ、交流出力電力の振幅の設定値の低下から監視時間が経過しても光の強度が判定値を超えなければ交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する処理である。第2処理は、交流出力電力の出力及び入力電力の入力の少なくとも一方を停止させる処理である。第2処理、第1処理の順に、不均化反応の抑制の度合いが高い。第1処理においても、監視時間が長いほど、不均化反応の抑制の度合いが高い。

[0171] 次に、制御装置3Aの制御回路35Aの動作の一例について図13～図15を参照して簡単に説明する。図13～図15の各々は制御装置3Aの制御回路35Aの動作のフローチャートの一部であり、図13～図15を組み合わせると一つのフローチャートが完成する。

[0172] 図13を参照する。制御回路35Aは、駆動回路31により電源10の入力電力に基づいて交流出力電力を電動機42に出力し、圧縮機4を駆動させる。

[0173] 制御回路35Aは、光検知装置32Aから第1光の強度を取得する(S110)。制御回路35Aは、第1光の強度が第1閾値を超えるかどうかを判定する(S111)。

[0174] ステップS111において、第1光の強度が第1閾値を超える場合(ステップS111: YES)、制御回路35Aは、第1防護装置33をオフ状態

に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S 1 1 2）。制御回路 3 5 A は、第 2 防護装置 3 4 をオフ状態に設定して入力電力の入力を停止させる（S 1 1 3）。制御回路 3 5 A は、第 1 異常通知を出力する（S 1 1 4）。第 1 異常通知は、冷凍サイクル装置 1 において不均化反応が生じている可能性が非常に高いことを示す。この後、制御回路 3 5 A は、圧縮機 4 の運転を停止する（S 1 1 5）。

[0175] このように、制御回路 3 5 A は、第 1 光の強度が第 1 光の第 1 閾値を超えると交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する。

[0176] ステップ S 1 1 1 において、第 1 光の強度が第 1 閾値を超えない場合（ステップ S 1 1 1 : N O）、図 1 4 を参照すると、制御回路 3 5 A は、第 1 光の強度が、第 1 閾値より小さい第 2 閾値を超えるかどうかを判定する（ステップ S 1 1 6）。

[0177] ステップ S 1 1 6 において、第 1 光の強度が第 2 閾値を超える場合（ステップ S 1 1 6 : Y E S）、制御回路 3 5 A は、交流出力電力の振幅の設定値が E から $E/2$ に低下するように駆動回路 3 1 の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S 1 1 7）。制御回路 3 5 A は、第 2 異常通知を出力する（S 1 1 8）。第 2 異常通知は、冷凍サイクル装置 1 において不均化反応が生じている可能性が高いことを示す。

[0178] その後、制御回路 3 5 A は、光検知装置 3 2 A から第 1 光の強度を取得する（S 1 1 9）。制御回路 3 5 A は、第 1 光の強度が第 1 判定値を超えるかどうかを判定する（S 1 2 0）。第 1 判定値は、第 2 閾値以下である。本実施の形態では、第 1 判定値は、第 2 閾値より小さい。

[0179] ステップ S 1 2 0 において、第 1 光の強度が第 1 判定値を超える場合（S 1 2 0 : Y E S）、図 1 3 のステップ S 1 1 2 に進む。

[0180] ステップ S 1 2 0 において、第 1 光の強度が第 1 判定値を超えない場合（S 1 2 0 : N O）、制御回路 3 5 A は、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第 1 監視時間が経過したかどうかを判定する（S 1 2 1）。第 1 監視時間は、例えば、インバータ回路 3 1 2 の基準周波数に対応する周期の 1 0 0

， 000倍程度であり、20s～100s程度である。

[0181] ステップS121において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第1監視時間が経過していれば（S121：YES）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値をEに戻して（S122）、図13のステップS110に進む。

[0182] ステップS121において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第1監視時間が経過していなければ（S121：NO）、ステップS119に戻る。

[0183] ステップS119～S121では、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第1監視時間が経過するまでに第1光の強度が第1判定値を超えると、図13のステップS112に進み、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第1監視時間が経過するまでに第1光の強度が第1判定値を超えなければ、ステップS122に進むことになる。

[0184] このように、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S117）から第1監視時間の間第1光の強度が第1判定値を超えなければ（S121：YES）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（S122）。制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S117）から第1監視時間の経過前に第1光の強度が第1判定値を超えると（S120：YES）、交流出力電力の出力を停止し（S113）、入力電力の入力を停止する（S114）。

[0185] ステップS116において、第1光の強度が第2閾値を超えない場合（ステップS116：NO）、図15を参照すると、制御回路35Aは、第1光の強度が、第2閾値より小さい第3閾値を超えるかどうかを判定する（ステップS123）。本実施の形態では、第3閾値は、第1判定値に等しい。

[0186] ステップS123において、第1光の強度が第3閾値を超える場合（ステップS123：YES）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S124）。制御回路35Aは、第3異常通

知を出力する（S 1 2 5）。第3異常通知は、冷凍サイクル装置1において不均化反応が生じている可能性があることを示す。

[0187] その後、制御回路35Aは、光検知装置32Aから第1光の強度を取得する（S 1 2 6）。制御回路35Aは、第1光の強度が第2判定値を超えるかどうかを判定する（S 1 2 7）。第2判定値は、第3閾値以下である。本実施の形態では、第2判定値は、第3閾値と等しい。

[0188] ステップS 1 2 7において、第1光の強度が第2判定値を超える場合（S 1 2 7 : Y E S）、図13のステップS 1 1 2に進む。

[0189] ステップS 1 2 7において、第1光の強度が第2判定値を超えない場合（S 1 2 7 : N O）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第2監視時間が経過したかどうかを判定する（S 1 2 8）。第2監視時間は、第1監視時間より短い。第2監視時間は、例えば、インバータ回路312の基準周波数に対応する周期の10, 000倍程度であり、2 s ~ 10 s程度である。

[0190] ステップS 1 2 8において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第2監視時間が経過していれば（S 1 2 8 : Y E S）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値をEに戻して（S 1 2 9）、図13のステップS 1 0に進む。

[0191] ステップS 1 2 8において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第2監視時間が経過していなければ（S 1 2 8 : N O）、ステップS 1 2 6に戻る。

[0192] ステップS 1 2 6 ~ S 1 2 8では、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第2監視時間が経過するまでに第1光の強度が第2判定値を超えると、図13のステップS 1 1 2に進み、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第2監視時間が経過するまでに第1光の強度が第2判定値を超えなければ、ステップS 1 2 9に進むことになる。

[0193] このように、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S 1 2 4）から第2監視時間の間第1光の強度が第2判定値を超えなければ（

S 1 2 8 : Y E S)、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する(S 1 2 9)。制御回路 3 5 A は、交流出力電力の振幅の設定値の低下(S 1 2 4)から第 2 監視時間の経過前に第 1 光の強度が第 2 判定値を超えると(S 1 2 7 : Y E S)、交流出力電力の出力を停止し(S 1 1 3)、入力電力の入力を停止する(S 1 1 4)。

[0194] [1. 2. 2 効果等]

以上述べた制御装置 3 A は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 2 0 が循環する冷凍サイクル回路 2 を制御する制御装置であって、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 と、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 2 0 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する制御回路 3 5 A と、を備える。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0195] 制御装置 3 A は、密閉容器 4 0 内の光を検知し、光の強度を第 2 状態として出力する光検知装置 3 2 A を備える。制御回路 3 5 A は、光の強度が光の閾値を超えた回数により圧縮機 4 での作動媒体 2 0 の発光回数を決定する。不均化反応の予兆は、作動媒体 2 0 の発光回数が所定回数以上となることである。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0196] 以上述べた制御装置 3 A は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 2 0 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0197] 制御方法は、第 2 状態に基づいて圧縮機 4 での作動媒体 2 0 の発光回数を決定することを含む。不均化反応の予兆は、作動媒体 2 0 の発光回数が所定

回数以上となることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0198] 制御装置 3 A が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 を制御する制御装置 3 A が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、コンピュータシステムに、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 の動作を停止又は制限する処理を実行させる。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0199] 以上述べた制御装置 3 A は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する。作動媒体 20 は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。圧縮機 4 は、作動媒体 20 の流路を構成する密閉容器 40 と、密閉容器 40 内に位置し、作動媒体 20 を圧縮する圧縮機構 41 と、密閉容器 40 内に位置し、圧縮機構 41 を動作させる電動機 42 と、を備える。制御装置 3 A は、電動機 42 を駆動する駆動回路 3 1 と、密閉容器 40 内の光を検知し、光の強度を出力する光検知装置 3 2 A と、光の強度が光の閾値を超えると駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する制御回路 3 5 A と、を備える。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0200] 制御装置 3 A において、光検知装置 3 2 A は、密閉容器 40 内の光を検知する複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A を含む。複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A は、密閉容器 40 内において、電動機 42 の回転軸 A 1 1 の方向の第 1 端側と第 2 端側との少なくとも一方に配置される。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0201] 制御装置 3 A において、光検知装置 3 2 A は、PN 型フォトダイオード、

P I N型フォトダイオード、又はアバランシェフォトダイオードの少なくとも1つを含む。この構成は、作動媒体20の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0202] 制御装置3Aにおいて、光は、600nm超過2000nm以下の波長を有する。この構成は、不均化反応により生じた火球による光に基づいて、駆動回路31の動作を停止又は制限することが可能になる。

[0203] 制御装置3Aにおいて、光の閾値は、電動機42の定格駆動時に光検知装置32Aから得られる光の強度の3倍以上である。この構成は、不均化反応の抑制をするかどうかの判定の精度の向上を可能にする。

[0204] 制御装置3Aにおいて、駆動回路31は、電源10からの入力電力に基づいて直流出力電力を出力するコンバータ回路311と、直流出力電力に基づいて交流出力電力を電動機42に出力するインバータ回路312と、を含む。駆動回路31の動作の停止は、交流出力電力の出力の停止、直流出力電力の出力の停止、又は、入力電力の入力の停止の少なくとも一つを含む。駆動回路31の動作の制限は、交流出力電力の振幅の設定値の低下、又は、交流出力電力の周波数の設定値の低下の少なくとも一方を含む。この構成は、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0205] 制御装置3Aにおいて、制御回路35Aは、光の強度が光の閾値を超えると駆動回路31の動作を制限する。制御回路35Aは、駆動回路31の動作の制限から監視時間が経過する前に光の強度が光の閾値以下の判定値を超えると駆動回路31の動作を停止する。制御回路35Aは、駆動回路31の動作の制限から監視時間が経過しても光の強度が判定値を超えなければ駆動回路31の動作の制限を解除する。この構成は、作動媒体20の不均化反応の抑制をしながらも、圧縮機4の運転を継続できる。

[0206] 以上述べた冷凍サイクル装置1は、制御装置3Aと、冷凍サイクル回路2と、を備える。この構成は、作動媒体20の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0207] 以上述べた制御装置3Aは、以下の制御方法を実行しているといえる。制

御方法は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する制御装置 3 A で実行される。作動媒体 20 は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。圧縮機 4 は、作動媒体 20 の流路を構成する密閉容器 40 と、密閉容器 40 内に位置し、作動媒体 20 を圧縮する圧縮機構 41 と、密閉容器 40 内に位置し、圧縮機構 41 を動作させる電動機 42 と、を備える。制御装置 3 A は、電動機 42 を駆動する駆動回路 31 を備える。制御方法は、密閉容器 40 内の光の強度が光の閾値を超えると駆動回路 31 の動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0208] 制御装置 3 A が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を制御する制御装置 3 A が備えるコンピュータシステムで実行される。作動媒体 20 は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。圧縮機 4 は、作動媒体 20 の流路を構成する密閉容器 40 と、密閉容器 40 内に位置し、作動媒体 20 を圧縮する圧縮機構 41 と、密閉容器 40 内に位置し、圧縮機構 41 を動作させる電動機 42 と、を備える。制御装置 3 A は、電動機 42 を駆動する駆動回路 31 を備える。プログラムは、コンピュータシステムに、密閉容器 40 内の光の強度が光の閾値を超えると駆動回路 31 の動作を停止又は制限させる。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0209] [1. 3 実施の形態 3]

[1. 3. 1 構成]

実施の形態 3 にかかる冷凍サイクル装置は、実施の形態 2 にかかる冷凍サイクル装置 1 と同様に、冷凍サイクル回路 2 と、制御装置 3 A とを備えるが、制御装置 3 A の光検知装置 32 A 及び制御回路 35 A の構成が、実施の形態 2 とは異なる。

[0210] 本実施の形態でも、光検知装置 32 A は、密閉容器 40 内の光を検知し、

光の強度を出力するが、検知する光の波長が実施の形態 1 とは異なる。本発明者らは、圧縮機 4 において放電現象が発生した場合に、密閉容器 40 内において光が発生することを見出した。この光は、放電現象によるプラズマを光源とし、その波長の少なくとも一部は、可視光領域又は 200 nm 以上 600 nm 以下の範囲に含まれることが確認された。放電現象による光は、比較的発光時間が短く、比較的発光量も少ないが、不均化反応の発生前に生じる観測され得るため、不均化反応の抑制という点では、実施の形態 1 の第 1 光（600 nm 超過 2000 nm 以下の波長の光）よりも、好ましい場合がある。そこで、光検知装置 32A は、200 nm 以上 600 nm 以下の波長の第 2 光を検知する。以下では、説明を簡略化するために、200 nm 以上 600 nm 以下の波長の光を第 2 光という。第 2 光の波長は、主に、紫外線及び可視光線を含む波長領域に含まれる。

[0211] 実施の形態 2 において、光検知装置 32A は、第 2 光を検知する複数の光検知器 321A, 322A を含む。光検知器 321A, 322A は、例えば、PN 型フォトダイオード、PIN 型フォトダイオード、及びアバランシェフォトダイオードから選択されてよい。本実施の形態では、光検知器 321A, 322A は、例えば、Si フォトダイオード又は Ge フォトダイオードである。

[0212] 制御回路 35A は、光検知装置 32A から出力される光の強度に基づいて、冷凍サイクル回路 2 を循環する作動媒体 20 の不均化反応を抑制するための処理を実行する。上述したように、本発明者らは、圧縮機 4 において放電現象が発生した場合に、密閉容器 40 内において第 2 光が発生することを見出した。このような観点から、制御回路 35A は、密閉容器 40 内の第 2 光の強度に基づいて放電現象が生じたかどうかの判定をし、放電現象が生じていると判定した場合には、冷凍サイクル回路 2 を循環する作動媒体の不均化反応の進行を抑制するため、駆動回路 31 の動作を停止又は制限する。

[0213] 本実施の形態では、制御回路 35A は、第 2 光の強度が第 2 光の閾値を超えると駆動回路 31 の動作を停止又は制限する。光検知装置 32A が複数の

光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A を有しているため、制御回路 3 5 A は、複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A からの第 2 光の強度の少なくとも一つが第 2 光の閾値を超えると、駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。第 2 光の閾値は、放電現象が発生したかどうかを判定するために設定される。第 2 光の閾値は、電動機 4 2 の定格駆動時に光検知装置 3 2 A から得られる第 2 光の強度の 3 倍以上である。電動機 4 2 の定格駆動時に光検知装置 3 2 A から得られる第 2 光の強度は、例えば、電動機 4 2 の定格駆動時に光検知装置 3 2 A に現れるベースライン電流に対応する。

[0214] 本実施の形態では、第 2 光の閾値として、第 4 閾値、及び、第 4 閾値より小さい第 5 閾値が用いられる。ただし、第 5 閾値は、第 2 光の検知下限値より大きい。第 2 光の検知下限値は、第 2 光自体が存在しているかどうかの基準となる値である。異なる閾値を用いることで、制御回路 3 5 A は、第 2 光の強度の大きさに応じて、異なる方法で駆動回路 3 1 の動作を停止又は制限する。特に、制御回路 3 5 A は、第 2 光の強度が大きいほど、不均化反応の抑制の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置 3 A は、不均化反応の抑制を適切に実行でき得る。

[0215] 次に、実施の形態 2 における制御装置 3 A の制御回路 3 5 A の動作の一例について図 1 6 ～図 1 8 を参照して簡単に説明する。図 1 6 ～図 1 8 の各々は制御装置 3 A の制御回路 3 5 A の動作のフローチャートの一部であり、図 1 6 ～図 1 8 を組み合わせて一つのフローチャートが完成する。

[0216] 図 1 6 を参照する。制御回路 3 5 A は、駆動回路 3 1 により電源 1 0 の入力電力に基づいて交流出力電力を電動機 4 2 に出力し、圧縮機 4 を駆動させる。

[0217] 制御回路 3 5 A は、光検知装置 3 2 A から第 2 光の強度を取得する (S 1 3 0)。制御回路 3 5 A は、第 2 光の強度が第 4 閾値を超えるかどうかを判定する (S 1 3 1)。

[0218] ステップ S 1 3 1 において、第 2 光の強度が第 4 閾値を超える場合 (ステップ S 1 3 1 : Y E S)、制御回路 3 5 A は、交流出力電力の振幅の設定値

がEからE／2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する(S132)。制御回路35Aは、第4異常通知を出力する(S133)。第4異常通知は、冷凍サイクル装置1において放電現象が生じている可能性が高いことを示す。第4異常通知は、例えば、室内機1bの制御回路及びリモートコントローラ等に出力される。

[0219] その後、制御回路35Aは、光検知装置32Aから第2光の強度を取得する(S134)。制御回路35Aは、第2光の強度が第3判定値を超えるかどうかを判定する(S135)。第3判定値は、第4閾値以下である。本実施の形態では、第3判定値は、第4閾値より小さい。

[0220] ステップS135において、第2光の強度が第3判定値を超える場合(S135: YES)、図17を参照すると、制御回路35Aは、第1防護装置33をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる(S138)。制御回路35Aは、第2防護装置34をオフ状態に設定して入力電力の入力を停止させる(S139)。制御回路35Aは、第5異常通知を出力する(S114)。第5異常通知は、冷凍サイクル装置1において放電現象が生じている可能性が非常に高いことを示す。この後、制御回路35Aは、圧縮機4の運転を停止する(S141)。

[0221] 図16を参照する。ステップS135において、第2光の強度が第3判定値を超えない場合(S135: NO)、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第3監視時間が経過したかどうかを判定する(S136)。第3監視時間は、例えば、インバータ回路312の基準周波数に対応する周期の100,000倍程度であり、20s～100s程度である。

[0222] ステップS136において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第3監視時間が経過していれば(S136: YES)、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値をEに戻して(S137)、ステップS130に進む。

[0223] ステップS136において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第3監視時間が経過していなければ(S136: NO)、ステップS134に戻る。

る。

[0224] ステップS 1 3 4～S 1 3 6では、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第3監視時間が経過するまでに第2光の強度が第3判定値を超えると、図17のステップS 1 3 8に進み、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第3監視時間が経過するまでに第2光の強度が第3判定値を超えなければ、ステップS 1 3 7に進むことになる。

[0225] このように、制御回路35Aは、第2光の強度が第2光の第4閾値を超えると交流出力電力の振幅の設定値を停止させる（S 3 2）。制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S 1 3 2）から第3監視時間の間第2光の強度が第3判定値を超えなければ（S 1 3 6：YES）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（S 1 3 7）。制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S 1 3 2）から第3監視時間の経過前に第2光の強度が第3判定値を超えると（S 1 3 5：YES）、交流出力電力の出力を停止し（S 1 3 8）、入力電力の入力を停止する（S 1 3 9）。

[0226] ステップS 1 3 1において、第2光の強度が第4閾値を超えない場合（ステップS 1 3 1：NO）、図18を参照すると、制御回路35Aは、第2光の強度が、第4閾値より小さい第5閾値を超えるかどうかを判定する（ステップS 1 4 2）。

[0227] ステップS 1 4 2において、第2光の強度が第4閾値を超える場合（ステップS 1 4 2：YES）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値がEからE／2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S 1 4 3）。制御回路35Aは、第6異常通知を出力する（S 1 4 4）。第6異常通知は、冷凍サイクル装置1において放電現象が生じている可能性があることを示す。第6異常通知は、例えば、室内機1bの制御回路及びリモートコントローラ等に出力される。

[0228] その後、制御回路35Aは、光検知装置32Aから第2光の強度を取得する（S 1 4 5）。制御回路35Aは、第2光の強度が第4判定値を超えるかどうかを判定する（S 1 4 6）。第4判定値は、第4閾値以下である。本実

施の形態では、第4判定値は、第4閾値と等しい。

- [0229] ステップS 1 4 6において、第2光の強度が第4判定値を超える場合（S 1 4 6：YES）、図17のステップS 1 3 8に進む。
- [0230] ステップS 1 4 6において、第2光の強度が第4判定値を超えない場合（S 1 4 6：NO）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第4監視時間が経過したかどうかを判定する（S 1 4 7）。第4監視時間は、第3監視時間より短い。第4監視時間は、例えば、インバータ回路312の基準周波数に対応する周期の10,000倍程度であり、2s～10s程度である。
- [0231] ステップS 1 4 7において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第4監視時間が経過していれば（S 1 4 7：YES）、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値をEに戻して（S 1 4 8）、図16のステップS 1 3 0に進む。
- [0232] ステップS 1 4 7において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第4監視時間が経過していなければ（S 1 4 7：NO）、ステップS 1 4 5に戻る。
- [0233] ステップS 1 4 5～S 1 4 7では、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第4監視時間が経過するまでに第2光の強度が第4判定値を超えると、図17のステップS 1 3 8に進み、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第4監視時間が経過するまでに第2光の強度が第4判定値を超えなければ、ステップS 1 4 8に進むことになる。
- [0234] このように、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S 1 4 3）から第4監視時間の間第2光の強度が第4判定値を超えなければ（S 1 4 7：YES）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（S 1 4 8）。制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下（S 1 4 3）から第4監視時間の経過前に第2光の強度が第4判定値を超えると（S 1 4 6：YES）、交流出力電力の出力を停止し（S 1 3 8）、入力電力の入力を停止する（S 1 3 9）。

[0235] [1. 3. 2 効果等]

以上述べた制御装置3Aは、作動媒体20が循環する冷凍サイクル回路2の圧縮機4を制御する。作動媒体20は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含む。圧縮機4は、作動媒体20の流路を構成する密閉容器40と、密閉容器40内に位置し、作動媒体20を圧縮する圧縮機構41と、密閉容器40内に位置し、圧縮機構41を動作させる電動機42と、を備える。制御装置3Aは、電動機42を駆動する駆動回路31と、密閉容器40内の光を検知し、光の強度を出力する光検知装置32Aと、光の強度が光の閾値を超えると駆動回路31の動作を停止又は制限する制御回路35Aと、を備える。この構成は、作動媒体20の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0236] 制御装置3Aにおいて、光は、200nm以上600nm以下の波長を有する。この構成は、不均化反応を引き起こす可能性がある放電現象による光に基づいて、駆動回路31の動作を停止又は制限することが可能になる。

[0237] [1. 4 実施の形態4]

[1. 4. 1 構成]

実施の形態4にかかる冷凍サイクル装置は、実施の形態2にかかる冷凍サイクル装置1と同様に、冷凍サイクル回路2と、制御装置3Aとを備えるが、制御装置3Aの光検知装置32A及び制御回路35Aの構成が、実施の形態2とは異なる。

[0238] 本実施の形態でも、光検知装置32Aは、密閉容器40内の光を検知し、光の強度を出力するが、検知する光の波長が2種類ある。上述したように、第1光は、不均化反応により生じた火球を光源とし、その波長の少なくとも一部は、近赤外線領域又は600nmより大きく2000nm以下の範囲に含まれる。第1光は、比較的発光時間が長く、比較的発光量も多い傾向にあるが、不均化反応により生じた火球による光であるから、不均化反応に対する措置は迅速に行う方が好ましい。一方で、第2光は、放電現象によるプラズマを光源とし、その波長の少なくとも一部は、可視光領域又は200nm

以上600nm以下の範囲に含まれる。第2光は、第1光に比べれば、比較的発光時間が短く、比較的発光量も少ないが、不均化反応の発生前に生じる観測され得るため、不均化反応の抑制という点では、より早い段階での不均化反応の抑制を可能にし得る。

[0239] そこで、本実施の形態では、光検知装置32Aは、600nm超過2000nm以下の波長の第1光と、200nm以上600nm以下の波長の第2光との両方を検知する。

[0240] 実施の形態4において、光検知装置32Aは、第1光を検知する複数の光検知器321A、322Aと、第2光を検知する複数の光検知器321A、322Aと、を含む。光検知器321A、322Aの例は、実施の形態2、3で述べたとおりである。

[0241] 制御回路35Aは、光検知装置32Aから出力される第1光又は第2光の強度に基づいて、冷凍サイクル回路2を循環する作動媒体20の不均化反応を抑制するための処理を実行する。

[0242] 制御回路35Aは、第1光の強度が第1光の閾値を超えた場合と第2光の強度が第2光の閾値を超えた場合とで、異なる方法で、駆動回路31の動作を停止又は制限する。

[0243] 第1光の閾値は、第1閾値と、第1閾値より小さい第2閾値と、第2閾値より小さい第3閾値とを含む。第2光の閾値は、第4閾値と、第4閾値より小さい第5閾値と、を含む。制御回路35Aは、第1光の強度が第1閾値を超えると、駆動回路31の動作を停止する。制御回路35Aは、第1光の強度が第2閾値を超え、かつ、第2光の強度が第5閾値を超えると、駆動回路31の動作を停止させる。制御回路35Aは、第1光の強度が第3閾値を超え、かつ、第2光の強度が第4閾値を超えると、駆動回路31の動作を停止させる。制御回路35Aは、第1光の強度が第3閾値を超え、かつ、第2光の強度が第5閾値を超えると、駆動回路31の動作を制限する。制御回路35Aは、第1光の強度が第3閾値以下、かつ、第2光の強度が第5閾値を超えると、駆動回路31の動作を制限する。

- [0244] 次に、実施の形態3における制御装置3Aの制御回路35Aの動作の一例について図19～図26を参照して簡単に説明する。図19～図26の各々は制御装置3Aの制御回路35Aの動作のフローチャートの一部であり、図19～図26を組み合わせて一つのフローチャートが完成する。
- [0245] 図19を参照する。制御回路35Aは、駆動回路31により電源10の入力電力に基づいて交流出力電力を電動機42に出力し、圧縮機4を駆動させる。
- [0246] 図19のステップS150～S155は、図12のステップS110～S155とそれぞれ同じである。つまり、制御回路35Aは、第1光の強度が第1閾値超過である場合、駆動回路31の動作を停止する。
- [0247] ステップS151において、第1光の強度が第1閾値を超えない場合（ステップS151：NO）、図20を参照すると、制御回路35Aは、第1光の強度が、第1閾値より小さい第2閾値を超えるかどうかを判定する（ステップS156）。
- [0248] ステップS156において、第1光の強度が第2閾値を超える場合（ステップS156：YES）、制御回路35Aは、光検知装置32Aから第2光の強度を取得する（S157）。制御回路35Aは、第2光の強度が検知下限値を超えるかどうかを判定する（S158）。
- [0249] ステップS158において、第2光の強度が第2光の検知下限値を超える場合（ステップS158：YES）、ステップS152に進む。つまり、第1光の強度が第1閾値以下で第2閾値超過である場合に、第2光が検知されれば、制御回路35Aは、第1光の強度が第1閾値超過である場合と同様に、駆動回路31の動作を停止する。
- [0250] ステップS158において、第2光の強度が第2光の検知下限値を超えない場合（ステップS158：NO）、図21を参照すると、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S159）。図21のステップS160～S164は、図14のステップS118～S

122とそれぞれ同じである。図21のステップS162において、第1光の強度が第1判定値を超える場合、図19のステップS152に進む。図21のステップS164の後は、図19のステップS150に進む。

[0251] 図20のステップS156において、第1光の強度が第2閾値を超えない場合（ステップS156：NO）、図22を参照すると、制御回路35Aは、第1光の強度が、第2閾値より小さい第3閾値を超えるかどうかを判定する（ステップS165）。

[0252] ステップS165において、第1光の強度が第3閾値を超える場合（ステップS165：YES）、制御回路35Aは、光検知装置32Aから第2光の強度を取得する（S166）。制御回路35Aは、第2光の強度が第2光の検知下限値を超えるかどうかを判定する（S167）。

[0253] ステップS167において、第2光の強度が第2光の検知下限値を超えない場合（ステップS167：NO）、図23を参照すると、制御回路35Aは、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S168）。図23のステップS169～S173は、図15のステップS125～S129とそれぞれ同じである。図23のステップS171において、第1光の強度が第2判定値を超える場合、図19のステップS152に進む。図23のステップS173の後は、図19のステップS150に進む。

[0254] 図22のステップS167において、第2光の強度が第2光の検知下限値を超える場合（ステップS167：YES）、図24を参照すると、制御回路35Aは、第2光の強度が第4閾値を超えるかどうかを判定する（S174）。

[0255] ステップS174において、第2光の強度が第4閾値を超える場合（S174：YES）、図19のステップS152に進む。

[0256] ステップS174において、第2光の強度が第4閾値を超えない場合（ステップS174：NO）、制御回路35Aは、第2光の強度が第4閾値より小さい第5閾値を超えるかどうかを判定する（S175）。

- [0257] ステップS 1 7 5において、第2光の強度が第5閾値を超える場合（S 1 7 5：YES）、制御回路3 5 Aは、交流出力電力の振幅の設定値がEからE／2に低下するように駆動回路3 1の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S 1 7 6）。制御回路3 5 Aは、第7異常通知を出力する（S 1 7 7）。第7異常通知は、冷凍サイクル装置1において不均化反応及び放電現象が生じている可能性があることを示す。第7異常通知は、例えば、室内機1 bの制御回路及びリモートコントローラ等に出力される。
- [0258] その後、制御回路3 5 Aは、光検知装置3 2 Aから第1光及び第2光の強度を取得する（S 1 7 8）。制御回路3 5 Aは、第1光の強度が第2判定値を超えるかどうか、及び、第2光の強度が第5判定値を超えるかどうか、を判定する（S 1 7 9）。第5判定値は、第4閾値以下である。本実施の形態では、第5判定値は、第2光の検知下限値と等しい。
- [0259] ステップS 1 7 9において、第1光の強度が第2判定値を超えるか、第2光の強度が第5判定値を超える場合（S 1 7 9：YES）、図19のステップS 1 5 2に進む。
- [0260] ステップS 1 7 9において、第1光の強度が第2判定値を超えず、第2光の強度も第5判定値を超えない場合（S 1 7 9：NO）、制御回路3 5 Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第5監視時間が経過したかどうかを判定する（S 1 8 0）。第5監視時間は、第3監視時間より短い。第5監視時間は、例えば、インバータ回路3 1 2の基準周波数に対応する周期の10, 000倍程度であり、2 s～10 s程度である。
- [0261] ステップS 1 8 0において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第5監視時間が経過していれば（S 1 8 0：YES）、制御回路3 5 Aは、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値をEに戻して（S 1 8 1）、図19のステップS 1 5 0に進む。
- [0262] ステップS 1 8 0において、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第5監視時間が経過していなければ（S 1 8 0：NO）、ステップS 1 7 8に戻る。

[0263] ステップS 1 7 8～S 1 8 0では、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第5監視時間が経過するまでに、第1光の強度が第2判定値を超えるか、第2光の強度が第5判定値を超えると、図19のステップS 1 5 2に進み、交流出力電力の振幅の設定値の低下から第5監視時間が経過するまでに第1光の強度が第2判定値を超えず、第2光の強度が第4判定値を超えなければ、ステップS 1 8 1に進むことになる。

[0264] ステップS 1 7 4において、第2光の強度が第5閾値を超えない場合（ステップS 1 7 5：NO）、図19のステップS 1 5 0に進む。

[0265] 図22のステップS 1 6 5において、第1光の強度が第3閾値を超えない場合（ステップS 1 6 5：NO）、図25を参照すると、制御回路35Aは、光検知装置32Aから第2光の強度を取得する（S 1 8 2）。図25のステップS 1 8 3～S 1 8 9は、図16のステップS 1 3 1～S 1 3 7とそれぞれ同じである。図25のステップS 1 8 7において、第2光の強度が第3判定値を超える場合、図19のステップS 1 5 2に進む。図25のステップS 1 8 9の後は、図19のステップS 1 5 0に進む。

[0266] ステップS 1 8 3において、第2光の強度が第4閾値を超えない場合（ステップS 1 8 3：NO）、図26を参照すると、制御回路35Aは、第2光の強度が、第4閾値より小さい第5閾値を超えるかどうかを判定する（ステップS 1 9 0）。図26のステップS 1 9 1～S 1 9 6は、図18のステップS 1 4 3～S 1 4 8とそれぞれ同じである。図26のステップS 1 9 4において、第2光の強度が第4判定値を超える場合、図19のステップS 1 5 2に進む。図26のステップS 1 9 6の後は、図19のステップS 1 5 0に進む。

[0267] ステップS 1 9 0において、第2光の強度が第5閾値を超えない場合（ステップS 1 9 0：NO）、図19のステップS 1 5 0に進む。

[0268] [1. 4. 2 効果等]

以上述べた制御装置3Aは、作動媒体20が循環する冷凍サイクル回路2の圧縮機4を制御する。作動媒体20は、冷媒成分としてエチレン系フルオ

ロオレフィンを含む。圧縮機 4 は、作動媒体 20 の流路を構成する密閉容器 40 と、密閉容器 40 内に位置し、作動媒体 20 を圧縮する圧縮機構 41 と、密閉容器 40 内に位置し、圧縮機構 41 を動作させる電動機 42 と、を備える。制御装置 3A は、電動機 42 を駆動する駆動回路 31 と、密閉容器 40 内の光を検知し、光の強度を出力する光検知装置 32A と、光の強度が光の閾値を超えると駆動回路 31 の動作を停止又は制限する制御回路 35A と、を備える。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0269] 制御装置 3A において、光は、600nm 超過 2000nm 以下の波長の第 1 光と、200nm 以上 600nm 以下の波長の第 2 光とを含む。制御回路 35A は、第 1 光の強度が第 1 光の閾値を超えた場合と第 2 光の強度が第 2 光の閾値を超えた場合とで、異なる方法で、駆動回路の動作を停止又は制限する。この構成は、駆動回路 31 の動作の停止と制限とを適切に選択でき、圧縮機 4 の駆動を継続できる期間を長くできる。

[0270] 制御装置 3A において、第 1 光の閾値は、第 1 閾値と、第 1 閾値より小さい第 2 閾値と、第 2 閾値より小さい第 3 閾値とを含む。第 2 光の閾値は、第 4 閾値と、第 4 閾値より小さい第 5 閾値と、を含む。制御回路 35A は、第 1 光の強度が第 1 閾値を超えると、駆動回路 31 の動作を停止する。制御回路 35A は、第 1 光の強度が第 2 閾値を超え、かつ、第 2 光の強度が第 5 閾値を超えると、駆動回路 31 の動作を停止する。制御回路 35A は、第 1 光の強度が第 3 閾値を超え、かつ、第 2 光の強度が第 4 閾値を超えると、駆動回路 31 の動作を停止する。制御回路 35A は、第 1 光の強度が第 3 閾値を超え、かつ、第 2 光の強度が第 5 閾値を超えると、駆動回路 31 の動作を制限する。制御回路 35A は、第 1 光の強度が第 3 閾値以下、かつ、第 2 光の強度が第 5 閾値を超えると、駆動回路 31 の動作を制限する。この構成は、駆動回路 31 の動作の停止と制限とを適切に選択し、圧縮機 4 の駆動を継続できる期間を長くできる。

[0271] [1. 5 実施の形態 5]

[1 . 5 . 1 構成]

冷凍サイクル（冷凍サイクル回路）において、圧縮機では軽微な放電が生じる場合がある。このような放電によって、作動媒体中にススが発生する場合がある。また、作動媒体の種類によっては、圧縮機での放電によって、フッ化水素が発生する場合がある。スス又はフッ化水素等の不溶成分の増加は、冷凍サイクル回路の異常の一因になり得る。

[0272] 本実施の形態は、冷凍サイクル回路の異常の検知の早期化を可能にする冷凍サイクル装置、光検知回路、制御装置、制御方法、及び、プログラムを提供する。

[0273] [1 . 5 . 1 構成]

図 2 7 は、本実施の形態にかかる冷凍サイクル装置 1 B のブロック図である。冷凍サイクル装置 1 B は、例えば、冷房運転及び暖房運転が可能な空気調和器を構成する。冷凍サイクル装置 1 B は、冷凍サイクル回路 2 B と、制御装置 3 B とを備える。

[0274] 冷凍サイクル回路 2 B は、圧縮機 4 と、第 1 熱交換器 5 と、膨張弁 6 と、第 2 熱交換器 7 と、四方弁 8 と、アキュムレータ 9 と、気泡除去機構 2 1 とを備える。

[0275] アキュムレータ 9 は、圧縮機構 4 1 の圧縮室での液圧縮を防止するために設けられる。アキュムレータ 9 は、圧縮機 4 の吸入管 4 0 1 側に位置する。より詳細には、アキュムレータ 9 は、圧縮機 4 の吸入管 4 0 1 と四方弁 8 との間に位置する。アキュムレータ 9 は、作動媒体 2 0 をガス状の作動媒体 2 0 と液状の作動媒体 2 0 とに分離し、ガス状の作動媒体 2 0 だけを吸入管 4 0 1 から密閉容器 4 0 の内部に導く。

[0276] 気泡除去機構 2 1 は、作動媒体 2 0 に含まれ得る気泡を除去ないし細かくするために設けられる。気泡を除去ないし細かくするための構造としては、メッシュ構造が挙げられるが、特に限定されず、従来周知の構造を利用できる。本実施の形態では、気泡除去機構 2 1 は、圧縮機 4 とアキュムレータ 9 との間にある。

- [0277] 制御装置 3 B は、冷凍サイクル回路 2 B を制御する。特に、制御装置 3 B は、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 及び膨張弁 6 を制御する。図 28 は、圧縮機 4 及び制御装置 3 B の概略図である。図 29 は、圧縮機 4 の内部の概略図である。
- [0278] 制御装置 3 B は、駆動回路 3 1 と、光検知回路 3 2 B と、第 1 防護装置 3 3 と、第 2 防護装置 3 4 と、制御回路 3 5 B とを備える。
- [0279] 光検知回路 3 2 B は、作動媒体 2 0 が循環する冷凍サイクル回路 2 B 用の光検知回路である。光検知回路 3 2 B は、作動媒体 2 0 の透過率の変化を利用して冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知を行うために設けられる。作動媒体 2 0 が比較的安定性が低い場合、例えば、ラジカルの発生により、作動媒体 2 0 に含まれる化合物の不均化反応が進行し、別の化合物に変化する可能性がある。作動媒体 2 0 の不均化反応の要因は、熱とラジカルであると考えられる。例えば、高温高圧下でラジカルが生成された場合に、作動媒体 2 0 の不均化反応が進行すると考えられる。ラジカルは、例えば、圧縮機 4 又は駆動回路 3 1 で何らかの異常が発生した場合に生じ得る放電現象により生成される可能性がある。放電現象が発生した場合には、作動媒体 2 0 から比較的安定な化合物が発生し、これが不溶成分として作動媒体 2 0 とともに冷凍サイクル回路 2 B 内を循環する。例えば、作動媒体がエチレン系フルオロオレフィンを含む場合には、不溶成分として、スス又はフッ化水素 (HF) が生じる。このような不溶成分は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の例である。放電現象が繰り返されると、スス等の不溶成分の量が増える。このような不溶成分の増加は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の原因にもなり得る。本発明者らは、このような不溶成分の増加により、作動媒体 2 0 の透過率が低下することを見出した。つまり、作動媒体 2 0 の透過率に着目すれば、不溶成分の増加を定量的に評価することができ、これによって、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化が可能となる。
- [0280] 光検知回路 3 2 B は、光の強度の変化により、作動媒体の透過率の変化の評価を可能にする。図 29 に示すように、光検知回路 3 2 B は、光源装置 3

2 1 B と、光検知装置 3 2 2 B と、を備える。

[0281] 光源装置 3 2 1 B は、冷凍サイクル回路 2 B の内部に光 L 3 2 B を放射する。本実施の形態では、光 L 3 2 B は指向性がある光（例えばレーザ光、又は、発光ダイオード（LED）をレンズ又は 2 重スリットを用いて平行化した平行光）である。光 L 3 2 B の色は、特に限定されないが、白色であっても 650 nm から 690 nm の波長の赤色であってもよい。光検知装置 3 2 2 B は、光 L 3 2 B を受け取り、受け取った光 L 3 2 B の強度を出力する。本実施の形態では、光検知装置 3 2 2 B は、光 L 3 2 B の強度を示す光検知信号を、制御回路 3 5 B に出力する。

[0282] 光源装置 3 2 1 B 及び光検知装置 3 2 2 B の配置についてさらに説明する。本実施の形態では、光源装置 3 2 1 B は、作動媒体 2 0 に光を放射し、光検知装置 3 2 2 B は、作動媒体 2 0 を介して光 L 3 2 B を受け取る。光源装置 3 2 1 B が冷凍サイクル回路 2 B のどの場所の作動媒体 2 0 に光を放射する場所は特に限定されないが、本実施の形態では、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 内の作動媒体 2 0 に光 L 3 2 B を放射する。上述した放電現象は圧縮機 4 の電動機 4 2 において生じる可能性があるから、圧縮機 4 内の作動媒体 2 0 においてスス等の不溶成分による透過率の低下が検知されやすいと考えられる。

[0283] 本実施の形態では、光検知回路 3 2 B は、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内にあ
る。光源装置 3 2 1 B は、電動機 4 2 と吸入管 4 0 1 との間の領域の作動媒
体 2 0 に光 L 3 2 B を放射する。図 29 では、光源装置 3 2 1 B は、電動機
4 2 の下部に配置されているが、この限りでない。光源装置 3 2 1 B は、電
動機 4 2 の上部に配置されてもよい。作動媒体 2 0 には気泡が含まれる可
能性がある。作動媒体 2 0 の気泡は光 L 3 2 B を散乱するため、作動媒体 2 0
の透過率の低下等を引き起こし、透過率を用いた評価に悪影響を及ぼし得
る。ここで、電動機 4 2 と吸入管 4 0 1 との間の領域においては、気泡の量が
少ないと考えられる。したがって、気泡による精度の低下の抑制が可能にな
る。

[0284] 図30は、光検知回路32Bの概略図である。

[0285] 光源装置321Bは、第1光源3211-1及び第2光源3211-2を備える。第1光源3211-1及び第2光源3211-2は、例えば、白色光を放射するLEDである。

[0286] 光検知装置322Bは、第1光検知器3220-1と、第2光検知器3220-2と、を備える。第1光検知器3220-1は、第1光源3211-1から放射される光L32B-1を受け取るように配置される。第2光検知器3220-2は、第2光源3211-2から放射される光L32B-2を受け取るように配置される。本実施の形態では、第1光検知器3220-1は、第1光源3211-1に対向して配置され、第2光検知器3220-2は、第2光源3211-2に対向して配置される。

[0287] 本実施の形態では、光検知装置322Bから制御回路35Bに出力される光検知信号は、光L32B-1、L32B-2の強度を示す1又は複数の光検知信号を含み得る。

[0288] 第1光検知器3220-1は、光検知素子3221-1及び光学系3222-1を備える。第2光検知器3220-2は、光検知素子3221-2及び光学系3222-2を備える。光検知素子3221-1、3221-2は、例えば、フォトダイオードを含む。光学系3222-1、3222-2は、例えば、レンズ（集光レンズ）を含む。

[0289] 本実施の形態では、光学系3222-1、3222-2の光学設計は、第1光検知器3220-1の受光領域D32-1が第2光検知器3220-2の受光領域D32-2より大きく（即ち開口率が大きく）なるように設定される。

[0290] 図30に示すように、冷凍サイクル回路2B内の気泡Bは、光源装置321Bからの光L32B-1、L32B-2を散乱し得る。ここで、第1光検知器3220-1の受光領域D32-1は第2光検知器3220-2の受光領域D32-2より大きいから、第1光検知器3220-1は、第2光検知器3220-2よりも気泡Bによる散乱の影響を受けにくく、第2光検知器

3 2 2 0 - 2 は、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 よりも気泡 B による散乱の影響を受けやすい。第 1 光源 3 2 1 1 - 1 から放射される光 L 3 2 B - 1 の設定強度と第 2 光源 3 2 1 1 - 2 から放射される光 L 3 2 B - 2 の設定強度が同じ場合、気泡 B がなければ、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 が受け取った光 L 3 2 - 1 の強度と第 2 光検知器 3 2 2 0 - 2 が受け取った光 L 3 2 B - 2 の強度とは、実質的に等しくなる。一方、気泡 B があれば、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 が受け取った光 L 3 2 B - 1 の強度よりも第 2 光検知器 3 2 2 0 - 2 が受け取った光 L 3 2 B - 2 の強度のほうが小さくなる。よって、このような第 1 及び第 2 光検知器 3 2 2 0 - 1, 3 2 2 0 - 2 で受け取った光 L 3 2 B - 1, L 3 2 B - 2 の強度の差を、気泡 B による散乱、即ち気泡 B の存在の指標として用いることが可能となる。

[0291] 制御回路 3 5 B は、例えば、1 以上のプロセッサ（マイクロプロセッサ）と 1 以上のメモリとを少なくとも含むコンピュータシステムにより実現され得る。コンピュータシステムは、1 以上の A/D コンバータを含んでいてもよい。例えば、1 以上の A/D コンバータは、光検知回路 3 2 B からの光検知信号をアナログ形式からデジタル形式に変換するために用いられる。制御回路 3 5 B は、制御回路 3 5 と同様に、駆動回路 3 1、第 1 防護装置 3 3 及び第 2 防護装置 3 4 を制御する。

[0292] 制御回路 3 5 B は、光検知回路 3 2 B からの光検知信号に基づいて冷凍サイクル回路 2 B に異常が生じたかどうかの判定をし、異常が生じていると判定した場合には、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。

[0293] 制御回路 3 5 B は、光源装置 3 2 1 B により光 L 3 2 B を冷凍サイクル回路 2 B の内部に放射させ、光検知装置 3 2 2 B により冷凍サイクル回路 2 B の内部を通った光 L 3 2 B の強度を取得する。ここで、制御回路 3 5 B は、作動媒体 2 0 に含まれ得る気泡 B の影響の低減を目的として、圧縮機 4 の回転数を調整する処理を実行する。具体的には、制御回路 3 5 B は、光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を受け取る期間の少なくとも一部において、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 の回転数を、光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を

受け取らない期間の回転数の最大値よりも低下させる。光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を受け取らない期間は、冷凍サイクル回路 2 B の通常運転時の期間である。好ましくは、制御回路 3 5 B は、光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を受け取る期間の全部において、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 の回転数を、光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を受け取らない期間の回転数の最大値の半部以下に設定する。圧縮機 4 の回転数が低下することで、気泡 B の発生量の低下が期待できる。そのため、作動媒体 2 0 に含まれ得る気泡 B の影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0294] 本実施の形態では、制御回路 3 5 B は、光検知回路 3 2 B からの光検知信号が示す光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。

[0295] 所定条件は、光 L 3 2 B の強度の指標値が、閾値以下であることであってよい。この所定条件は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量が所定量以上となることに対応する。閾値は、冷凍サイクル回路 2 B に異常が発生する可能性が高い作動媒体 2 0 の透過率を、試験又はシミュレーションにより評価することにより定めてよい。閾値は、例えば、初期定格運転状態での光 L 3 2 B の強度の指標値の 9 5 % 以下としてよい。つまり、所定条件は、光 L 3 2 B の強度の指標値が、初期定格運転状態での光 L 3 2 B の強度の指標値の 9 5 % 以下であることであってよい。光の強度の指標値は、光の強度から直接又は間接的に導き出される値であり、光の強度それ自体であってよいし、光の透過率であってもよい。光の強度の指標値は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量の指標値でもある。初期定格運転状態での光 L 3 2 B の強度の指標値は、例えば、冷凍サイクル回路 2 B を最初に運転した場合に、光検知装置 3 2 2 B で検知された光の強度の指標値の代表値に基づいて設定されてよい。ここで、代表値は、平均値、最頻値、最大値、最小値、中間値等から選択されてよい。

[0296] また、所定条件は、第 1 時点での光 L 3 2 B の強度の指標値に対する第 1

時点より所定時間後の第2時点での光L 3 2 Bの強度の指標値の割合が所定割合以下であることであってよい。この所定条件は、不均化反応により作動媒体20から生じた生成物の所定期間内の増加量が所定量以上となることに対応する。所定割合は、冷凍サイクル回路2 Bに異常が発生する可能性が高い作動媒体20の透過率に基づいて、試験又はシミュレーションにより評価することにより定めてよい。例えば、所定割合は95%以下であってよい。つまり、所定条件は、第1時点での光L 3 2 Bの強度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光L 3 2 Bの強度の指標値の割合が95%以下であることであってよい。第1時点は、例えば、冷凍サイクル回路2 Bの運転開始時、第2時点は、冷凍サイクル回路2 Bの運転中の任意の時点であってよい。

[0297] 以上述べた制御装置3 Bでは、光検知回路3 2 Bは、冷凍サイクル回路2 Bの圧縮機4の密閉容器40の内部から光L 3 2 Bを受け取り、受け取った光L 3 2 Bの強度を第2状態として出力する。制御回路3 5 Bは、作動媒体20に関する第2状態に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路2 Bの動作を停止又は制限する。ここで、制御回路3 5 Bは、光L 3 2 Bの強度に基づいて不均化反応により作動媒体20から生じた生成物の量の指標値を決定する。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。

[0298] 上述したように、光検知回路3 2 Bは、第1光検知器3 2 2 0-1と第2光検知器3 2 2 0-2とを備えており、制御回路3 5 Bは、第1及び第2光検知器3 2 2 0-1, 3 2 2 0-2で受け取った光L 3 2 B-1, L 3 2 B-2の強度の差を、気泡Bの量の指標として用いることができる。制御回路3 5 Bは、光L 3 2 Bの強度の指標値を求めるにあたって、気泡Bの量に基づいて補正することができる。つまり、光L 3 2 Bの強度から、気泡Bによる低下量を除去する補正が可能となる。気泡Bの影響を補正するにあたっては、実験又はシミュレーション等により、第1及び第2光検知器3 2 2 0-1, 3 2 2 0-2で受け取った光L 3 2 B-1, L 3 2 B-2の強度の差と

気泡Bの量との関係を定め、この強度の差を、光L32Bの強度の補正量に関連付けたテーブルを予め準備してよい。制御回路35Bは、第1及び第2光検知器3220-1、3220-2で受け取った光L32B-1、L32B-2の強度の差から、テーブルを参照して補正量を定め、第1及び第2光検知器3220-1、3220-2で受け取った光L32B-1、L32B-2の強度から、補正量を加味した光L32Bの強度の指標値を求める。また更に制御回路35Bは、第1及び第2光検知器3220-1、3220-2で受け取った光L32B-1、L32B-2のそれぞれの強度の時間平均、例えば0.1sから1s程度の時定数で入射光（光L32B-1、L32B-2）の強度の平均を取った後にそれらの差を求めることで、気泡が作動媒体20とともに流動することによる測定誤差を低減し異常検出の精度を向上させることができる。

[0299] 上述したように、冷凍サイクル装置1Bは、気泡除去機構21を備える。本実施の形態では、気泡除去機構21は、圧縮機4とアキュムレータ9との間にあり、冷凍サイクル回路2Bにおいて、光源装置321Bにより光L32Bが放射される部分（圧縮機4の内部）よりも上流側に配置されている。そのため、作動媒体20に含まれ得る気泡Bの影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路2Bの異常の検出の精度の向上を可能にする。

[0300] 冷凍サイクル回路2Bの動作の停止又は制限は、駆動回路31の動作の停止、凝縮器のファンの回転数の増加、蒸発器のファンの回転数の低下、膨張弁の開度の増加、（冷凍サイクル装置1Bが複数の室内機1bを備える場合）運転停止中の室内機1bのうち少なくとも一つの室内機1bの膨張弁を開とすること、（暖房運転の場合）四方弁8により冷房運転に切り替え膨張弁6を開とすることを、含み得る。

[0301] 制御回路35Bは、光L32Bの強度が所定条件を満たした回数に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路2Bの動作を停止又は制限する。特に、制御回路35Bは、光L32Bの強度が所定条件を満たした回数が増えるほど、冷凍サイクル回路2Bの動作の停止又は制限の度合いがより高い処理を実

行する。これによって、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。そのため、作動媒体 20 の利用の安全性を向上できる。

[0302] 制御回路 35 B は、最初に光 L 32 B の強度が所定条件を満たした第 1 時間と次に光 L 32 B の強度が所定条件を満たした第 2 時間との時間差に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。特に、制御回路 35 B は、時間差が短いほど、冷凍サイクル回路 2 B の動作又は停止の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置 3 は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。これによって、作動媒体 20 の利用の安全性を向上できる。

[0303] 冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限するための処理は、例えば、第 1 処理～第 3 処理を含む。第 1 処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の出力を再開する処理である。第 2 処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の振幅の設定値を低下させて動作させる処理である。第 3 処理は、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する処理である。第 1 処理～第 3 処理であれば、第 3 処理、第 2 処理、第 1 処理の順に、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する度合いが高い。第 1 処理又は第 2 処理においても、待機時間が長いほど、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する度合いが高い。

[0304] 次に、制御装置 3 B の制御回路 35 B の動作の一例について図 31～図 36 を参照して簡単に説明する。図 31～図 36 の各々は制御装置 3 B の制御回路 35 B の動作のフローチャートの一部であり、図 31～図 36 を組み合わせて一つのフローチャートが完成する。

[0305] 図 31 を参照する。制御回路 35 B は、駆動回路 31 により電源 10 の入力電力に基づいて交流出力電力を電動機 42 に出力し、圧縮機 4 を駆動させる。制御回路 35 B は、異常回数を 0 に設定する (S210)。異常回数は、光 L 32 B の強度が所定条件を満たした回数を示す。異常回数の多さは冷凍サイクル回路 2 B の異常の発生の可能性の高さの指標となる。

- [0306] 制御回路 3 5 B は、光検知回路 3 2 B から光検知信号を取得する (S 2 1 1)。制御回路 3 5 B は、光検知信号が示す光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすかどうかを判定する (S 2 1 2)。
- [0307] 光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たさない場合 (S 2 1 2 : N O)、ステップ S 2 1 1 に戻る。ステップ S 2 1 1、S 2 1 2 により、制御回路 3 5 B は、所定周期で光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすかどうかを判定する。
- [0308] ステップ S 2 1 2 において、光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たす場合 (S 2 1 2 : Y E S)、制御回路 3 5 B は、異常回数を 1 加算し (S 2 1 3)、異常回数が 1 以下かどうかを判定する (S 2 1 4)。
- [0309] ステップ S 2 1 4 において、異常回数が 1 以下である場合 (S 2 1 4 : Y E S)、制御回路 3 5 B は、第 1 防護装置 3 3 をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる (S 2 1 5)。制御回路 3 5 B は、交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間が経過したかどうかを判定する (S 2 1 6)。第 1 待機時間は、例えば、1 s である。第 1 待機時間が経過すると (S 2 1 6 : Y E S)、制御回路 3 5 B は、第 1 防護装置 3 3 をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ (S 2 1 7)、これによって、圧縮機 4 の運転を再開して、冷凍サイクル回路 2 B の運転を再開する (S 2 1 8)。その後は、ステップ S 2 1 1 に戻る。
- [0310] このように、制御回路 3 5 B は、光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすと交流出力電力の出力を停止し、交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間が経過すると交流出力電力の出力を再開する。
- [0311] ステップ S 2 1 4 において、異常回数が 1 以下でない場合 (S 2 1 4 : N O)、図 3 2 を参照すると、制御回路 3 5 B は、最初に光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした第 1 時間と次に光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした第 2 時間との時間差が第 1 所定時間以内かどうかを判定する (ステップ S 2 1 9)。時間差の短さは冷凍サイクル回路 2 B の異常の発生の可能性の高さの指標となる。第 1 所定時間は、例えば、20 ~ 100 m s 程度である。
- [0312] ステップ S 2 1 9 において、時間差が第 1 所定時間以内である場合 (ステ

ップS 2 1 9 : Y E S)、制御回路3 5 Bは、第1 防護装置3 3をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる(S 2 2 0)。制御回路3 5 Bは、第2 防護装置3 4をオフ状態に設定して入力電力の入力を停止させる(S 2 2 1)。制御回路3 5 Bは、第1 異常通知を出力する(S 2 2 2)。第1 異常通知は、冷凍サイクル装置1 Bにおいて冷凍サイクル回路2 Bの異常が生じる可能性が非常に高いことを示す。この後、制御回路3 5 Bは、圧縮機4の運転を停止して、冷凍サイクル回路2 Bの運転を停止する(S 2 2 3)。

[0313] このように、制御回路3 5 Bは、第1 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開(S 2 1 7)から所定時間(第1 所定時間)が経過する前に検出電圧が第2 電圧未満になると(S 2 1 9 : Y E S)、交流出力電力の出力を停止し(S 2 2 0)、入力電力の入力を停止する(S 2 2 1)。

[0314] ステップS 2 1 9において、時間差が第1 所定時間以内でない場合(ステップS 2 1 9 : N O)、図3 3を参照すると、制御回路3 5 Bは、時間差が、第1 所定時間より長い第2 所定時間以内かどうかを判定する(ステップS 2 2 4)。第2 所定時間は、例えば、2 0 0 m s ~ 1 s 程度である。

[0315] ステップS 2 2 4において、時間差が第2 所定時間以内である場合(ステップS 2 2 4 : Y E S)、制御回路3 5 Bは、第1 防護装置3 3をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる(S 2 2 5)。制御回路3 5 Bは、交流出力電力の振幅の設定値がE からE / 2 に低下するように駆動回路3 1の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する(S 2 2 6)。制御回路3 5 Bは、第2 異常通知を出力する(S 2 2 7)。第2 異常通知は、冷凍サイクル装置1において冷凍サイクル回路2の異常が生じる可能性が高いことを示す。

[0316] 制御回路3 5 Bは、交流出力電力の出力の停止から第4 待機時間が経過したかどうかを判定する(S 2 2 8)。第4 待機時間は、第1 待機時間より長い。第4 待機時間は、例えば、6 0 s である。第4 待機時間が経過すると(S 2 2 8 : Y E S)、図3 4に示すように、制御回路3 5 Bは、第1 防護装

置 3 3 をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S 2 2 9）、これによって、圧縮機 4 の運転を再開する（S 2 3 0）。この場合、交流出力電力の振幅の設定値が E から $E/2$ に低下したままである。

[0317] このように、制御回路 3 5 B は、第 1 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 2 1 7）から所定時間（第 2 所定時間）が経過する前に光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすと、交流出力電力の出力を停止し（S 2 2 5）、交流出力電力の振幅の設定値を低下させる（S 2 2 6）。制御回路 3 5 B は、交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間より長い第 4 待機時間が経過すると、交流出力電力の振幅の設定値を低下させたままで交流出力電力の出力を再開する（S 2 2 9）。

[0318] その後、制御回路 3 5 B は、光検知回路 3 2 B から光検知信号を取得する（S 2 3 1）。制御回路 3 5 B は、光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすかどうかを判定する（S 2 3 2）。

[0319] ステップ S 2 3 2 において、光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たす場合（S 2 3 2 : YES）、図 3 2 のステップ S 2 2 0 に進む。

[0320] ステップ S 2 3 2 において、光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たさない場合（S 2 3 2 : NO）、制御回路 3 5 B は、冷凍サイクル回路 2 B の運転の再開から第 2 監視時間が経過したかどうかを判定する（S 2 3 3）。

[0321] ステップ S 2 3 3 において、冷凍サイクル回路 2 B の運転の再開から第 2 監視時間が経過していれば（S 2 3 3 : YES）、制御回路 3 5 B は、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値を E に戻して（S 2 3 4）、図 3 1 のステップ S 2 1 1 に進む。

[0322] ステップ S 2 3 3 において、冷凍サイクル回路 2 B の運転の再開から第 2 監視時間が経過していなければ（S 2 3 3 : NO）、ステップ S 2 3 1 に戻る。

[0323] ステップ S 2 3 1 ~ S 2 3 3 では、冷凍サイクル回路 2 B の運転の再開から第 2 監視時間が経過するまでに光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすと、図 3 3 のステップ S 2 2 0 に進み、冷凍サイクル回路 2 B の運転の再開から

第2監視時間が経過するまでに光L32Bの強度が所定条件を満たさなければ、ステップS234に進むことになる。

[0324] このように、制御回路35Bは、第4待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S229）から第2監視時間の間光L32Bの強度が所定条件を満たさなければ（S233：YES）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（S234）。制御回路35Bは、第4待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S229）から第2監視時間の経過前に光L32Bの強度が所定条件を満たすと（S232：YES）、交流出力電力の出力を停止し（S220）、入力電力の入力を停止する（S221）。

[0325] 図33に戻り、ステップS224で時間差が第2所定時間以内でない場合（ステップS224：NO）、図35を参照すると、制御回路35Bは、時間差が、第2所定時間より長い第3所定時間以内かどうかを判定する（ステップS235）。第3所定時間は、例えば、2s～10s程度である。

[0326] ステップS235において、時間差が第3所定時間以内でない場合（ステップS235：NO）、ステップS210に戻り、制御回路35Bは、異常回数を0に設定する（図31参照）。つまり、異常検知から、十分に時間が経過した場合には、冷凍サイクル回路2Bの異常の発生の可能性が低いと考えられるため、異常回数を0にリセットする。

[0327] ステップS235において、時間差が第3所定時間以内である場合（ステップS235：YES）、制御回路35Bは、異常回数が2以下かどうかを判定する（S236）。

[0328] ステップS236において、異常回数が2以下である場合（S236：YES）、制御回路35Bは、第1防護装置33をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S237）。制御回路35Bは、第3異常通知を出力する（S238）。第3異常通知は、冷凍サイクル装置1Bにおいて冷凍サイクル回路2Bの異常が生じる可能性があることを示す。制御回路35Bは、交流出力電力の出力の停止から第2待機時間が経過したかどうかを判定する（S239）。第2待機時間は、第1待機時間より長い。第2待機

時間は、例えば、10 sである。第2待機時間が経過すると（S 239 : YES）、制御回路35 Bは、第1防護装置33をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S 240）、これによって、圧縮機4の運転を再開して、冷凍サイクル回路2 Bの運転を再開する（S 241）。その後は、ステップS 211に戻る。

[0329] このように、制御回路35 Bは、第1待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 17）から所定時間（第3所定時間）が経過する前に光L 32 Bの強度が所定条件を満たすと、交流出力電力の出力を停止する。制御回路35 Bは、交流出力電力の出力の停止から第1待機時間より長い第2待機時間が経過すると交流出力電力の出力を再開する（S 240）。

[0330] ステップS 236において、異常回数が2以下でない場合（S 236 : NO）、つまり、異常回数が3以上である場合、制御回路35 Bは、第1防護装置33をオフ状態に設定して交流出力電力の出力を停止させる（S 242）。制御回路35 Bは、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下するように駆動回路31の半導体スイッチング素子のスイッチング制御を変更する（S 243）。制御回路35 Bは、第2異常通知を出力する（S 244）。

[0331] 制御回路35 Bは、交流出力電力の出力の停止から第3待機時間が経過したかどうかを判定する（S 245）。第3待機時間は、第2待機時間より長い。第3待機時間は、例えば、60 sである。第3待機時間が経過すると（S 245 : YES）、図36に示すように、制御回路35 Bは、第1防護装置33をオン状態に設定して交流出力電力の出力を再開させ（S 246）、これによって、圧縮機4の運転を再開して、冷凍サイクル回路2 Bの運転を再開する（S 247）。この場合、交流出力電力の振幅の設定値がEからE/2に低下したままである。

[0332] このように、制御回路35 Bは、第2待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 240）から所定時間（第3所定時間）が経過する前に光L 32 Bの強度が所定条件を満たすと、交流出力電力の出力を停止し（S 24

2)、交流出力電力の振幅の設定値を低下させる(S 2 4 3)。制御回路 3 5 Bは、交流出力電力の出力の停止から第2待機時間より長い第3待機時間が経過すると、交流出力電力の振幅の設定値を低下させたままで交流出力電力の出力を再開する(S 2 4 7)。

[0333] その後、制御回路 3 5 Bは、光検知回路 3 2 Bから光検知信号を取得する(S 2 4 8)。制御回路 3 5 Bは、光 L 3 2 Bの強度が所定条件を満たすかどうかを判定する(S 2 4 9)。

[0334] ステップ S 2 4 9において、光 L 3 2 Bの強度が所定条件を満たす場合(S 2 4 9 : Y E S)、図 3 3のステップ S 2 2 0に進む。

[0335] ステップ S 2 4 9において、光 L 3 2 Bの強度が所定条件を満たさない場合(S 2 4 9 : N O)、制御回路 3 5 Bは、冷凍サイクル回路 2 Bの運転の再開から第1監視時間が経過したかどうかを判定する(S 2 5 0)。第1監視時間は、ステップ S 2 3 3の第2監視時間と同じであってもよいし、異なってもよい。

[0336] ステップ S 2 5 0において、冷凍サイクル回路 2 Bの運転の再開から第1監視時間が経過していれば(S 2 5 0 : Y E S)、制御回路 3 5 Bは、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除して、交流出力電力の振幅の設定値を Eに戻して(S 2 5 1)、図 3 1のステップ S 2 1 1に進む。

[0337] ステップ S 2 5 0において、冷凍サイクル回路 2 Bの運転の再開から第1監視時間が経過していなければ(S 2 5 0 : N O)、ステップ S 2 4 8に戻る。

[0338] ステップ S 2 4 8～S 2 5 0では、冷凍サイクル回路 2 Bの運転の再開から第1監視時間が経過するまでに光 L 3 2 Bの強度が所定条件を満たすと、図 3 3のステップ S 2 2 0に進み、圧縮機 4の運転の再開から第1監視時間が経過するまでに光 L 3 2 Bの強度が所定条件を満たさなければ、ステップ S 2 5 1に進むことになる。

[0339] このように、制御回路 3 5 Bは、第3待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開(S 2 4 7)から第1監視時間の間光 L 3 2 Bの強度が所定条件

を満たさなければ（S 2 5 0 : Y E S）、交流出力電力の振幅の設定値の低下を解除する（S 2 5 1）。制御回路 3 5 B は、第 3 待機時間の経過後の交流出力電力の出力の再開（S 2 4 7）から第 1 監視時間の経過前に光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たすと（S 2 4 9 : Y E S）、交流出力電力の出力を停止し（S 2 2 0）、入力電力の入力を停止する（S 2 2 1）。

[0340] [1 . 5 . 2 効果等]

以上述べた制御装置 3 B は、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 2 0 が循環する冷凍サイクル回路 2 B を制御する制御装置であって、冷凍サイクル回路 2 の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 と、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 2 0 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する制御回路 3 5 B と、を備える。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0341] 制御装置 3 B は、冷凍サイクル回路 2 B の内部を通して光 L 3 2 B を受け取り、受け取った光 L 3 2 B の強度を第 2 状態として出力する光検知装置 3 2 2 B を備える。制御装置 3 B は、光 L 3 2 B の強度に基づいて不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量の指標値を決定する。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0342] 以上述べた制御装置 3 B は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 2 0 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0343] 制御方法は、第 2 状態に基づいて不均化反応により作動媒体 2 0 から生じ

た生成物の量の指標値を決定することを含む。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0344] 制御装置 3 B が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 B を制御する制御装置 3 B が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、コンピュータシステムに、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する処理を実行させる。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0345] 以上述べた冷凍サイクル装置 1 B は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 B と、冷凍サイクル回路 2 B の内部に光 L 3 2 B を放射する光源装置 3 2 1 B と、光 L 3 2 B を受け取り、受け取った光 L 3 2 B の強度を出力する光検知装置 3 2 2 B と、を備える。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。

[0346] 冷凍サイクル装置 1 B において、光源装置 3 2 1 B は、作動媒体 20 に光 L 3 2 B を放射し、光検知装置 3 2 2 B は、作動媒体 20 を介して光 L 3 2 B を受け取る。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。

[0347] 冷凍サイクル装置 1 B において、光源装置 3 2 1 B は、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 内の作動媒体 20 に光を放射する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0348] 冷凍サイクル装置 1 B において、圧縮機 4 は、作動媒体 20 の吸入管 4 0 1 と、作動媒体 20 の吐出管 4 0 2 と、吸入管 4 0 1 と吐出管 4 0 2 との間

にある電動機 4 2 と、を備え、光源装置 3 2 1 B は、電動機 4 2 と吸入管 4 0 1 との間の領域の作動媒体 2 0 に光 L 3 2 B を放射する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0349] 冷凍サイクル装置 1 B において、光検知装置 3 2 2 B は、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 と、第 2 光検知器 3 2 2 0 - 2 と、を備え、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 の受光領域 D 3 2 - 1 は第 2 光検知器 3 2 2 0 - 2 の受光領域 D 3 2 - 2 より大きい。この構成は、作動媒体 2 0 に含まれ得る気泡 B の影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0350] 冷凍サイクル装置 1 B は、冷凍サイクル回路 2 B において、光源装置 3 2 1 B により光 L 3 2 B が放射される部分よりも上流側に配置され、作動媒体 2 0 内の気泡 B を除去又は細かくする気泡除去機構 2 1 を、更に備える。この構成は、作動媒体 2 0 に含まれ得る気泡 B の影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0351] 冷凍サイクル装置 1 B は、冷凍サイクル回路 2 B の動作を制御する制御回路 3 5 B を更に備える。制御回路 3 5 B は、光検知装置 3 2 2 B から出力される光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0352] 冷凍サイクル装置 1 B において、制御回路 3 5 B は、光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を受け取る期間の少なくとも一部において、冷凍サイクル回路 2 B の圧縮機 4 の回転数を、光検知装置 3 2 2 B が光 L 3 2 B を受け取らない期間の回転数の最大値よりも低下させる。この構成は、作動媒体 2 0 に含まれ得る気泡 B の影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0353] 冷凍サイクル装置 1 B において、所定条件は、光 L 3 2 B の強度の指標値が、初期定格運転状態での光 L 3 2 B の強度の指標値 95% 以下であること

である。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。

[0354] 冷凍サイクル装置 1 B において、所定条件は、第 1 時点での光 L 3 2 B の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L 3 2 B の強度の指標値の割合が 95 % 以下であることである。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。

[0355] 以上述べた光検知回路 3 2 B は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 B 用の光検知回路であって、冷凍サイクル回路 2 B の内部に光 L 3 2 B を放射する光源装置 3 2 1 と、光 L 3 2 B を受け取り、受け取った光 L 3 2 B の強度を出力する光検知装置 3 2 2 B と、を備える。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。

[0356] 以上述べた制御装置 3 B は、上記の光検知回路 3 2 B と、冷凍サイクル回路 2 B の動作を制御する制御回路 3 5 B と、を備え、制御回路 3 5 B は、光検知回路 3 2 B の光検知装置 3 2 2 B から出力される光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0357] 以上述べた制御装置 3 B は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 B を制御する制御装置 3 B で実行される制御方法であって、光検知装置 3 2 2 B により、冷凍サイクル回路 2 B の内部に放射された光 L 3 2 B を受け取り、受け取った光 L 3 2 B の強度を出力し、光検知装置 3 2 2 B から出力される光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 B の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 B の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0358] 制御方法において、光検知装置 3 2 2 B は、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 と、第 2 光検知器 3 2 2 0 - 2 と、を備え、第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 の受光

領域D 3 2 - 1 は第2光検知器3 2 2 0 - 2の受光領域D 3 2 - 2より大きい。制御方法は、第1光検知器3 2 2 0 - 1から出力される光L 3 2 B - 1の強度と第2光検知器3 2 2 0 - 2から出力される光L 3 2 B - 2の強度との差に基づいて、光検知装置3 2 2 Bから出力される光の強度の指標値を補正し、補正された光の強度の指標値が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路2 Bの動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体2 0に含まれ得る気泡Bの影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路2 Bの異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0359] 制御装置3 Bが実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、作動媒体2 0が循環する冷凍サイクル回路2 Bを制御する制御装置3 Bが備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、光検知装置3 2 2 Bにより、冷凍サイクル回路2 Bの内部に放射された光L 3 2 Bを受け取り、受け取った光L 3 2 Bの強度を出力し、光検知装置3 2 2 Bから出力される光L 3 2 Bの強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路2 Bの動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路2 Bの異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体2 0の不均化反応の抑制を可能にする。

[0360] プログラムにおいて、光検知装置3 2 2 Bは、第1光検知器3 2 2 0 - 1と、第2光検知器3 2 2 0 - 2と、を備え、第1光検知器3 2 2 0 - 1の受光領域D 3 2 - 1は第2光検知器3 2 2 0 - 2の受光領域D 3 2 - 2より大きい。プログラムは、第1光検知器3 2 2 0 - 1から出力される光L 3 2 B - 1の強度と第2光検知器3 2 2 0 - 2から出力される光L 3 2 B - 2の強度との差に基づいて、光検知装置3 2 2 Bから出力される光の強度の指標値を補正し、補正された光の強度の指標値が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路2 Bの動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体2 0に含まれ得る気泡Bの影響の低減を可能にし、冷凍サイクル回路2 Bの異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0361] [1. 6 実施の形態6]

[1. 6. 1 構成]

冷凍サイクル（冷凍サイクル回路）において、圧縮機では軽微な放電が生じる場合がある。このような放電によって、作動媒体中にススが発生する場合がある。また、作動媒体の種類によっては、圧縮機での放電によって、フッ化水素が発生する場合がある。スス又はフッ化水素等の不溶成分の増加は、冷凍サイクル回路の異常の一因になり得る。

[0362] 本実施の形態は、冷凍サイクル回路の異常の検知の早期化を可能にする冷凍サイクル装置、光検知方法、制御方法、及び、プログラムを提供する。

[0363] 図37は、実施の形態6にかかる冷凍サイクル装置1Cのブロック図である。冷凍サイクル装置1Cは、例えば、冷房運転及び暖房運転が可能な空気調和器を構成する。冷凍サイクル装置1Cは、冷凍サイクル回路2Cと、制御装置3Cとを備える。

[0364] 冷凍サイクル回路2Cは、圧縮機4と、第1熱交換器5と、膨張弁6と、第2熱交換器7と、四方弁8と、アキュムレータ9と、を備える。冷凍サイクル回路2Cは、さらに、蛍光体11Cを備える（図38参照）。

[0365] 制御装置3Cは、冷凍サイクル回路2Cを制御する。特に、制御装置3Cは、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4及び膨張弁6を制御する。図38は、圧縮機4及び制御装置3Cの概略図である。

[0366] 制御装置3Cは、駆動回路31と、光検知回路32Cと、第1防護装置33と、第2防護装置34と、制御回路35Cとを備える。

[0367] 光検知回路32Cは、作動媒体20が循環する冷凍サイクル回路2Cの異常の検知に用いられる。特に、光検知回路32Cは、蛍光色素を利用して冷凍サイクル回路2Cの異常の検知を行うために設けられる。作動媒体20が比較的安定性が低い場合、例えば、ラジカルの発生により、作動媒体20に含まれる化合物の不均化反応が進行し、別の化合物に変化する可能性がある。作動媒体20の不均化反応の要因は、熱とラジカルであると考えられる。例えば、高温高圧下でラジカルが生成された場合に、作動媒体20の不均化

反応が進行すると考えられる。ラジカルは、例えば、圧縮機 4 又は駆動回路 3 1 で何らかの異常が発生した場合に生じ得る放電現象により生成される可能性がある。放電現象が発生した場合には、作動媒体 2 0 の化学反応により生じる生成物が作動媒体 2 0 とともに冷凍サイクル回路 2 C 内を循環する可能性がある。例えば、作動媒体がエチレン系フルオロオレフィンを含む場合、作動媒体 2 0 の化学反応により生じる生成物（以下、生成物（A）ともいう）としては、フッ化水素（HF）が挙げられる。このような生成物（A）は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の例である。放電現象が繰り返されると、生成物（A）の量が増える。生成物（A）の増加は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の原因にもなり得る。本発明者らは、生成物（A）の定量的な評価に蛍光色素を用いることを見出した。つまり、蛍光色素が、生成物（A）と反応して、蛍光波長又は量子収率の少なくとも一つが変化する性質を有していれば、生成物（A）の増加は、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光の強度の変化として観測され得る。蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光の強度に着目すれば、生成物（A）を定量的に評価することができ、これによって、冷凍サイクル回路 2 C に対する累積的な軽微なダメージを判定することができて、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化が可能となる。

[0368] 図 3 9 は、光検知回路 3 2 C の概略図である。本実施の形態では、光検知回路 3 2 C は、蛍光体 1 1 C により、冷凍サイクル回路 2 C の異常の評価を可能にする。

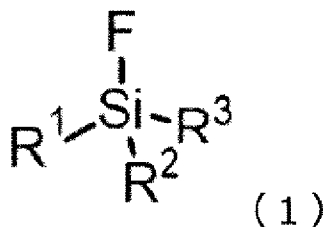
[0369] 蛍光体 1 1 C は、蛍光色素を含み、冷凍サイクル回路 2 C 内に作動媒体 2 0 と接触可能に配置される。本実施の形態では、蛍光体 1 1 C は、蛍光色素が溶解された冷凍機油である。つまり、圧縮機 4 の冷凍機油に蛍光色素を溶解させることで、蛍光体 1 1 C が構成されている。蛍光体 1 1 C は、作動媒体 2 0 とともに、冷凍サイクル回路 2 C を循環する。そのため、蛍光体 1 1 C の蛍光色素が生成物（A）と接触して反応する可能性を高めることができる。

[0370] 蛍光色素は、作動媒体 20 の化学反応により生じる生成物 (A) と反応して、蛍光波長又は量子収率の少なくとも一つが変化する性質を有する。そのため、蛍光色素の種類によって、蛍光色素と生成物 (A) との反応は、蛍光波長の光の量の増加、又は、減少を引き起こし得る。

[0371] 以下、蛍光色素の例を示す。以下の蛍光色素の例は、生成物 (A) がフッ素イオンを生じる物質 (例えば、フッ化水素) である場合に特に好ましい。

[0372] 蛍光色素は、トリアリールフルオロシラン化合物であってよい。トリアリールフルオロシラン化合物は、例えば、 $\text{SiFR}^1\text{R}^2\text{R}^3$ (式 (1) 参照) で表される。 R^1 、 R^2 及び R^3 はいずれもアントラセン又はその誘導体であるか、 R^1 及び R^2 がアントラセン又はその誘導体で R^3 がベンゼン又はその誘導体である。

[0373] [化1]



[0374] 蛍光色素は、ドナー性基とアクセプター性基とが結合した構造を有する化合物であってよい。ドナー性基は、励起状態でドナー性を有する。ドナー性基は、発色団である。アクセプター性基は、フリー状態で高アクセプター性を有し、生成物 (A) 又は生成物 (A) 由来のイオンと結合した状態で低アクセプター性を有する。アクセプター性基は、受容体である。

[0375] アクセプター性基は、2 以上のアミノ基が 1 又は 2 のメチレン基を介して結合した構造を有する化合物 (以下、化合物 (B) ともいう)、2 以上のピロール基又はインドール基が 2 つのメチレン基を介して結合した構造を有する化合物 (以下、化合物 (C) ともいう)、ベンズアミド (Benzamide)、ビスメチリジンヒドラジン (Bis(methylydene)hydrazine)、及び、カリックスアレーン (Calixarene) からなる群から選択されてよい。

[0376] 化合物 (B) の例としては、尿素 (Urea) 及びその誘導体、チオ尿素 (Thi

ourea) 及びその誘導体、並びに、大環状ポリアミン (Polyamine macrocycle) が挙げられる。

[0377] 化合物 (C) の例としては、1, 2-エタンジイルビス (ピロール) (1,2-ethandiyl-bis(pyrrole))、及び、1, 2-エタンジイルビス (インドール) (1,2-ethandiyl-bis(indol)) が挙げられる。

[0378] ドナー性基は、アントラセン (Anthracene)、ナフタルイミド (Naphthalimide)、ピレン (Pyrene)、ボディピー (BODIPY)、フルオレセン (Fluorescein)、ローダミン (Rhodamine)、レゾルフィン (Resorufin)、クマリン (Coumarin)、及び、シアニン (Cyanine) からなる群から選択されてよい。

[0379] 例えば、上述の蛍光色素の一部は、生成物 (A) との反応により、蛍光波長が変化する。一例として、トリアリールフルオロシラン化合物では、366 nm の励起波長に対する蛍光波長が416 nm から396 nm に変化する。そのため、416 nm の蛍光波長の光の強度の減少又は396 nm の蛍光波長の光の強度の増加により、生成物 (A) が存在していることを検知することができる。

[0380] 図39に示すように、光検知回路32Cは、光源装置321Cと、光検知装置322Cと、を備える。

[0381] 光源装置321Cは、蛍光色素の励起波長に対応する波長を有する励起光 L_e を冷凍サイクル回路2Cの内部に放射する。本実施の形態では、励起光 L_e は指向性がある光 (例えばレーザー光) である。励起光 L_e の波長の範囲は、蛍光色素の励起波長を含んでいればよい。ただし、励起光 L_e の波長の範囲は、蛍光色素の蛍光波長を含まないことが好ましい。光源装置321Cは、例えば、レーザーダイオードである。

[0382] 光検知装置322Cは、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光 L_f を受け取り、受け取った光 L_f の強度を出力する。本実施の形態では、光検知装置322Cは、光 L_f の強度を示す光検知信号を、制御回路35Cに出力する。光検知装置322Cが感度を有する波長範囲は、蛍光色素の蛍光波長を含んでいればよい。ただし、蛍光色素の蛍光波長が変化する場合、光検知装

置 3 2 2 C が感度を有する波長範囲は、変化前の蛍光波長と変化後の蛍光波長とのいずれか一方だけを含むことが好ましい。また、光検知装置 3 2 2 C が感度を有する波長範囲は、蛍光色素の励起波長を含まないことが好ましい。光検知装置 3 2 2 C は、例えば、フォトダイオード及び光学系（例えば、レンズ等）を含む。

[0383] 次に、光源装置 3 2 1 C 及び光検知装置 3 2 2 C の配置について説明する。

[0384] 光源装置 3 2 1 C は、冷凍サイクル回路 2 C の圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と凝縮器（冷房運転時は第 1 熱交換器 5、暖房運転時は第 2 熱交換器 7）との間の部分に励起光 L_e を放射する。特に、本実施の形態では、光源装置 3 2 1 C は、圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と四方弁 8 との間の部分に励起光 L_e を放射する。光源装置 3 2 1 C は、四方弁 8 よりも圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 に近い部分に励起光 L_e を放射する。これによって、蛍光素子に励起光 L_e が当たる可能性を高めることができる。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0385] 光検知装置 3 2 2 C は、冷凍サイクル回路 2 C の圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と凝縮器（冷房運転時は第 1 熱交換器 5、暖房運転時は第 2 熱交換器 7）との間の部分から光 L_f を受け取る。特に、本実施の形態では、光検知装置 3 2 2 C は、圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と四方弁 8 との間の部分から光 L_f を受け取る。光検知装置 3 2 2 C は、四方弁 8 よりも圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 に近い部分から光 L_f を受け取る。これにより、光検知装置 3 2 2 C で受け取る光 L_f の強度を向上できる。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0386] 制御回路 3 5 C は、例えば、1 以上のプロセッサ（マイクロプロセッサ）と 1 以上のメモリとを少なくとも含むコンピュータシステムにより実現され得る。コンピュータシステムは、1 以上の A/D コンバータを含んでいてもよい。例えば、1 以上の A/D コンバータは、光検知回路 3 2 C からの光検知信号をアナログ形式からデジタル形式に変換するために用いられる。制御

回路 3 5 C は、制御回路 3 5 と同様に、駆動回路 3 1、第 1 防護装置 3 3 及び第 2 防護装置 3 4 を制御する。

[0387] 制御回路 3 5 C は、光検知回路 3 2 C からの光検知信号に基づいて冷凍サイクル回路 2 C に異常が生じたかどうかの判定をし、異常が生じていると判定した場合には、冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。

[0388] 本実施の形態では、制御回路 3 5 C は、光検知回路 3 2 C からの光検知信号が示す光 L f の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。

[0389] 所定条件は、蛍光色素の種類に応じて設定される。

[0390] 蛍光色素と生成物 (A) との反応が、蛍光色素の蛍光波長の光 L f の量の増加を引き起こす場合を考慮する。例えば、反応により蛍光色素の蛍光波長が変化する場合において、光検知装置 3 2 2 C で検知する光 L f の波長が、変化後の蛍光波長に対応する場合である。この場合、所定条件は、第 1 時点での光 L f の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L f の強度の指標値の割合が所定割合以上であることであってよい。光 L f の強度の指標値は、光 L f の強度から直接又は間接的に導き出される値であり、光 L f の強度それ自体であってよいし、一定期間の光 L f の強度の代表値であってよい。代表値は、平均値、最頻値、最大値、最小値、中間値等から選択されてよい。光 L f の強度の指標値は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量の指標値でもある。所定割合は、冷凍サイクル回路 2 C に異常が発生する可能性が高い生成物 (A) の量に基づいて、試験又はシミュレーションにより評価することにより定めてよい。例えば、所定割合は 110% であってよい。つまり、所定条件は、第 1 時点での光 L f の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L f の強度の指標値の割合が 110% 以上であることであってよい。第 1 時点は、例えば、冷凍サイクル回路 2 C の運転開始時、第 2 時点は、冷凍サイクル回路 2 C の運転中の任意の時点であってよい。この場合、所定条件は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量が所定量以上となることに対応す

る。第1時点は、冷凍サイクル回路2Cの運転中の任意の時点であってよく、第2時点は、第1時点から所定期間後であってよい。この場合、所定条件は、不均化反応により作動媒体20から生じた生成物の所定期間内の増加量が所定量以上となることに対応する。

[0391] 蛍光色素と生成物(A)との反応が、蛍光色素の蛍光波長の光Lfの量の低下を引き起こす場合を考慮する。例えば、反応により蛍光色素の蛍光波長が変化する場合において、光検知装置322Cで検知する光Lfの波長が、変化前の蛍光波長に対応する場合である。この場合、所定条件は、第1時点での光Lfの強度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光Lfの強度の指標値の割合が所定割合以下であることであってよい。所定割合は、冷凍サイクル回路2Cに異常が発生する可能性が高い生成物(A)の量に基づいて、試験又はシミュレーションにより評価することにより定めてよい。例えば、所定割合は90%であってよい。つまり、所定条件は、第1時点での光Lfの強度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光Lfの強度の指標値の割合が90%以下であることであってよい。第1時点は、例えば、冷凍サイクル回路2Cの運転開始時、第2時点は、冷凍サイクル回路2Cの運転中の任意の時点であってよい。

[0392] 以上述べた制御装置3Cでは、光検知回路32Cは、冷凍サイクル回路2Cの内部から光Lfを受け取り、受け取った光Lfの強度を第2状態として出力する。制御回路35Cは、作動媒体20に関する第2状態に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路2Cの動作を停止又は制限する。ここで、制御回路35Cは、光Lfの強度に基づいて不均化反応により作動媒体20から生じた生成物の量の指標値を決定する。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。

[0393] 本実施の形態では、蛍光色素を用いて、放電現象が起きた場合に生じ得る蛍光色素からの光Lfの変化を検知する。そのため、放電現象が起きていない場合には光Lfには変化が生じない。そのため、放電現象が起きていない

場合に誤って冷凍サイクル回路 2 C に異常が発生していると判定される可能性を低減できる。

[0394] 冷凍サイクル回路 2 C の動作の停止又は制限は、駆動回路 3 1 の動作の停止、凝縮器のファンの回転数の増加、蒸発器のファンの回転数の低下、膨張弁の開度の増加、（冷凍サイクル装置 1 C が複数の室内機 1 b を備える場合）運転停止中の室内機 1 b のうち少なくとも一つの室内機 1 b の膨張弁を開とすること、（暖房運転の場合）四方弁 8 により冷房運転に切り替え膨張弁 6 を開とすることを、含み得る。

[0395] 制御回路 3 5 C は、光 L f の強度が所定条件を満たした回数に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。特に、制御回路 3 5 C は、光 L f の強度が所定条件を満たした回数が増えるほど、冷凍サイクル回路 2 C の動作の停止又は制限の度合いがより高い処理を実行する。これによって、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化を可能にする。そのため、作動媒体 2 0 の利用の安全性を向上できる。

[0396] 制御回路 3 5 C は、最初に光 L f の強度が所定条件を満たした第 1 時間と次に光 L f の強度が所定条件を満たした第 2 時間との時間差に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。特に、制御回路 3 5 C は、時間差が短いほど、冷凍サイクル回路 2 C の動作又は停止の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置 3 C は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化を可能にする。これによって、作動媒体 2 0 の利用の安全性を向上できる。

[0397] 冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限するための処理は、例えば、第 1 処理～第 3 処理を含む。第 1 処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の出力を再開する処理である。第 2 処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の振幅の設定値を低下させて動作させる処理である。第 3 処理は、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する処理である。第 1 処理～第 3 処理であれば、第 3 処理、第 2 処理、第 1 処理の順に、冷凍サイクル回路 2 C の動作

を停止又は制限する度合いが高い。第1処理又は第2処理においても、待機時間が長いほど、冷凍サイクル回路2Cの動作を停止又は制限する度合いが高い。

[0398] 制御回路35Cの動作は、図31～図36を参照して説明した制御回路35Bの動作と同様であってよい。より詳細には、制御回路35Cの動作は、図31～図36を参照して説明した制御回路35Bの動作において光検知回路32Bに関する記載を光検知回路32Cに関する記載に置き換えたものであってよい。

[0399] [1.6.2 効果等]

以上述べた制御装置3Cは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体20が循環する冷凍サイクル回路2Cを制御する制御装置であって、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4を駆動する駆動回路31と、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4を駆動する駆動回路31に関する第1状態又は作動媒体20に関する第2状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路2Cの動作を停止又は制限する制御回路35Cと、を備える。この構成は、作動媒体20の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0400] 制御装置3Cにおいて、冷凍サイクル回路2Cは、蛍光色素を含む蛍光体11Cを備える。制御装置3Cは、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光Lfを検知し、検知した光Lfの強度を第2状態として出力する光検知装置322Cを備える。制御回路35Cは、光検知装置322Cから出力される光Lfの強度に基づいて不均化反応により作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定する。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。この構成は、作動媒体20の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0401] 以上述べた制御装置3Cは、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4を駆動する駆動回路31に関する第1状態又は作動媒体20に関する第2状態の少なくとも一方に基づいて

不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体 2 O の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0402] 制御方法は、第 2 状態に基づいて不均化反応により作動媒体 2 O から生じた生成物の量の指標値を決定することを含む。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。この構成は、作動媒体 2 O の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0403] 制御装置 3 C が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 2 O が循環する冷凍サイクル回路 2 C を制御する制御装置 3 C が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、コンピュータシステムに、冷凍サイクル回路 2 C の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 2 O に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する処理を実行させる。この構成は、作動媒体 2 O の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0404] 以上述べた冷凍サイクル装置 1 C は、作動媒体 2 O が循環する冷凍サイクル回路 2 C と、冷凍サイクル回路 2 C 内に作動媒体 2 O と接触可能に配置される蛍光体 1 1 C と、を備える。蛍光体 1 1 C は、作動媒体 2 O の化学反応により生じる生成物 (A) と反応して、蛍光波長又は量子収率の少なくとも一つが変化する性質を有する蛍光色素を含む。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化を可能にする。

[0405] 冷凍サイクル装置 1 C において、光源装置 3 2 1 C は、冷凍サイクル回路 2 C の圧縮機 4 の吐出管 4 O 2 と凝縮器 (第 1 熱交換器 5、第 2 熱交換器 7) との間の部分に励起光 L_e を放射する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の精度の向上を可能にする。

- [0406] 冷凍サイクル装置 1 C において、蛍光色素は、トリアリールフルオロシラン化合物を含む。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の精度の向上を可能にする。
- [0407] 冷凍サイクル装置 1 C において、蛍光色素は、アクセプター性基とドナー性基とが結合した構造を有する化合物であり、アクセプター性基は、2 以上のアミノ基が 1 又は 2 のメチレン基を介して結合した構造を有する化合物、2 以上のピロール基又はインドール基が 2 つのメチレン基を介して結合した構造を有する化合物、ベンズアミド、ビスメチリジンヒドラジン、及び、カリックスアレーンからなる群から選択される。ドナー性基は、アントラセン、ナフタルイミド、ピレン、ボディピー、フルオレセン、ローダミン、レゾルフィン、クマリン、及び、シアニンからなる群から選択される。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の精度の向上を可能にする。
- [0408] 冷凍サイクル装置 1 C において、蛍光体 1 1 C は、蛍光色素が溶解された冷凍機油である。この構成は、蛍光体 1 1 C の蛍光色素が生成物 (A) と接触して反応する可能性を高めることができる。
- [0409] 冷凍サイクル装置 1 C は、蛍光色素の励起波長に対応する波長を有する励起光 L_e を冷凍サイクル回路 2 C の内部に放射する光源装置 3 2 1 C と、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光 L_f を検知し、検知した光 L_f の強度を出力する光検知装置 3 2 2 C と、を更に備える。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化を可能にする。
- [0410] 冷凍サイクル装置 1 C は、冷凍サイクル回路 2 C の動作を制御する制御回路 3 5 C を備え、制御回路 3 5 C は、光検知装置 3 2 2 C から出力される光 L_f の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制を可能にする。
- [0411] 冷凍サイクル装置 1 C において、蛍光色素と生成物 (A) との反応は、蛍光波長の光の量の増加を引き起こし、所定条件は、第 1 時点での光 L_f の強

度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光 L_f の強度の指標値の割合が110%以上であることである。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の早期化を可能にする。

[0412] 冷凍サイクル装置1Cにおいて、蛍光色素と生成物(A)との反応は、蛍光波長の光の量の低下を引き起こし、所定条件は、第1時点での光 L_f の強度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光 L_f の強度の指標値の割合が90%以下であることである。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の早期化を可能にする。

[0413] 以上述べた冷凍サイクル装置1Cは、作動媒体20が循環する冷凍サイクル回路2C用の光検知方法を実行する。この光検知方法は、蛍光色素を含み、冷凍サイクル回路2C内に作動媒体20と接触可能に配置される蛍光体11Cに、蛍光色素の励起波長に対応する波長を有する励起光 L_e を放射し、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光 L_f を検知し、検知した光の強度を出力する。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の早期化を可能にする。

[0414] 以上述べた制御装置3Cは、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、作動媒体20が循環し、蛍光色素を含む蛍光体11Cが内部に存在する冷凍サイクル回路2Cを制御する制御装置3Cで実行される制御方法であって、制御装置3Cは、光検知装置322を備え、制御方法は、光検知装置322Cにより、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光 L_f を検知し、検知した光の強度を出力し、光検知装置322Cから出力される光 L_f の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路2Cの動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体20の不均化反応の抑制を可能にする。

[0415] 制御装置3Cが実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、作動媒体20が循環し、蛍光色素を含む蛍光体11Cが内部に存在する冷凍サイクル回路2C

を制御する制御装置 3 C が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、制御装置 3 C は、光検知装置 3 2 2 C を備え、プログラムは、光検知装置 3 2 2 C により、蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光 L f を検知し、検知した光の強度を出力し、光検知装置 3 2 2 C から出力される光 L f の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 C の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 C の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 2 0 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0416] [1 . 7 実施の形態 7]

[1 . 7 . 1 構成]

図 4 0 は、実施の形態 7 にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機 4 及び制御装置 3 D の概略図である。実施の形態 7 にかかる冷凍サイクル装置は、実施の形態 6 にかかる冷凍サイクル装置 1 C と同様の構成を含むから、同様の構成については必要に応じて図 3 7 及び符号を援用する。

[0417] 制御装置 3 D は、駆動回路 3 1 と、光検知回路 3 2 D と、第 1 防護装置 3 3 と、第 2 防護装置 3 4 と、制御回路 3 5 とを備える。

[0418] 図 3 7 図 4 1 は、光検知回路 3 2 D の概略図である。本実施の形態では、光検知回路 3 2 D は、蛍光体 1 1 D により、冷凍サイクル回路 2 C の異常の評価を可能にする。

[0419] 蛍光体 1 1 D は、蛍光色素を含み、冷凍サイクル回路 2 C 内に作動媒体 2 0 と接触可能に配置される。本実施の形態では、蛍光体 1 1 D は、蛍光色素を担持した支持体である。支持体は、例えば、多孔体である。多孔体は、無機又は有機多孔体であってよい。無機多孔体の例としては、メソポーラスシリカ等が挙げられる。有機多孔体の例としては、合成樹脂製のメンブレン又は紙等が挙げられる。多孔体は、より広い表面積を確保できるため、蛍光色素が作動媒体 2 0 に接触する可能性を高めることができる。蛍光体 1 1 D は、冷凍サイクル回路 2 C の所定場所に固定される。本実施の形態では、蛍光体 1 1 D は、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内に配置される。例えば、蛍光体 1 1

Dは、電動機42と吐出管402との間の領域にある。蛍光体11Dでは、蛍光体11Cとは異なり、蛍光色素が冷凍サイクル回路2C全体に分散されることがなく所定箇所にあるため、作動媒体20との接触可能性は低下するが、励起光Leを確実に当てることができるようになる。

[0420] 光検知回路32Dは、光源装置321C及び光検知装置322Cを備える。光源装置321Cは、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4の内部に励起光Leを放射する。これによって、圧縮機4の密閉容器40内に励起光Leが放射され、圧縮機4の密閉容器40内の蛍光体11Dに励起光Leが当たる。本実施の形態では、光源装置321Cは、圧縮機4の密閉容器40内に配置される。例えば、光源装置321Cは、電動機42と吐出管402との間の領域にある。これによって、蛍光素子に励起光Leが当たる可能性を高めることができる。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の精度の向上を可能にする。光検知装置322Cは、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4の内部から光Lfを受け取る。本実施の形態では、光検知装置322Cは、圧縮機4の密閉容器40内に配置される。例えば、光源装置321Cは、電動機42と吐出管402との間の領域にある。これにより、光検知装置322で受け取る光Lfの強度を向上できる。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0421] [1. 2. 2 効果等]

以上述べた冷凍サイクル装置1Cにおいて、光源装置321Cは、冷凍サイクル回路2Cの圧縮機4の内部に励起光Leを放射する。この構成は、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0422] 冷凍サイクル装置1Cにおいて、蛍光体11Dは、蛍光色素を担持した支持体である。この構成は、蛍光色素が冷凍サイクル回路2C全体に分散されることがなく所定箇所にあるため、励起光Leを確実に当てることができるようになる。

[0423] 冷凍サイクル装置1Cにおいて、支持体は、多孔体を含む。この構成は、蛍光色素が作動媒体20に接触する可能性を高めることができる。

[0424] [1. 8 実施の形態8]

[1. 8. 1 構成]

図42は、実施の形態8にかかる冷凍サイクル装置1Eのブロック図である。冷凍サイクル装置1Eは、例えば、冷房運転及び暖房運転が可能な空気調和器を構成する。冷凍サイクル装置1Eは、冷凍サイクル回路2Eと、制御装置3Eとを備える。

[0425] 冷凍サイクル回路2Eは、圧縮機4と、第1熱交換器5と、膨張弁6と、第2熱交換器7と、四方弁8と、アキュムレータ9と、を備える。冷凍サイクル回路2Eは、さらに、吸光体11Eを備える（図43参照）。

[0426] 制御装置3Eは、冷凍サイクル回路2Eを制御する。特に、制御装置3Eは、冷凍サイクル回路2Eの圧縮機4及び膨張弁6を制御する。図43は、圧縮機4及び制御装置3Eの概略図である。冷凍サイクル回路2Eは、さらに、吸光体11Eを備える。

[0427] 制御装置3Eは、駆動回路31と、光検知回路32Eと、第1防護装置33と、第2防護装置34と、制御回路35Eとを備える。

[0428] 光検知回路32Eは、作動媒体20が循環する冷凍サイクル回路2Eの異常の検知に用いられる。特に、光検知回路32Eは、色素を利用して冷凍サイクル回路2Eの異常の検知を行うために設けられる。作動媒体20が比較的安定性が低い場合、例えば、ラジカルの発生により、作動媒体20に含まれる化合物の不均化反応が進行し、別の化合物に変化する可能性がある。作動媒体20の不均化反応の要因は、熱とラジカルであると考えられる。例えば、高温高圧下でラジカルが生成された場合に、作動媒体20の不均化反応が進行すると考えられる。ラジカルは、例えば、圧縮機4又は駆動回路31で何らかの異常が発生した場合に生じ得る放電現象により生成される可能性がある。放電現象が発生した場合には、作動媒体20の化学反応により生じる生成物が作動媒体20とともに冷凍サイクル回路2E内を循環する可能性がある。例えば、作動媒体がエチレン系フルオロオレフィンを含む場合、作動媒体20の化学反応により生じる生成物（以下、生成物（D）ともいう）

としては、テトラフルオロエチレン (C_2F_4) 又はフッ化水素 (HF) が挙げられる。このような生成物 (D) は、不均化反応により作動媒体 20 から生じた生成物の例である。放電現象が繰り返されると、生成物 (D) の量が増える。生成物 (D) の増加は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の原因にもなり得る。本発明者らは、生成物 (D) の定量的な評価に色素を用いることを見出した。つまり、色素が、生成物 (D) と反応して、吸収極大波長が変化する性質を有していれば、生成物 (D) の増加は、色素の吸収波長を含む波長帯域の光の強度の変化として観測され得る。

[0429] 図 4 4 は、色素の吸光度の波長変化の一例のグラフである。図 4 4 において、横軸は波長、縦軸は吸光度である。F 1 は、生成物 (D) との反応前の色素の吸光度の波長変化を示すグラフであり、F 2 は、生成物 (D) との反応後の色素の吸光度の波長変化を示すグラフである。図 4 3 では、生成物 (D) との反応によって、色素の吸収極大波長 λ_1 での吸光度が A_1 から A_2 に減少している。なお、色素によっては、F 1 が、生成物 (D) との反応後の色素の吸光度の波長変化を示すグラフであり、F 2 は、生成物 (D) との反応前の色素の吸光度の波長変化を示すグラフである場合もある。これは、生成物 (D) との反応によって、色素の吸収極大波長 λ_1 での吸光度が A_1 から A_2 に増加することを意味する。

[0430] なお、色素の吸収極大波長 λ_1 と生成物 (D) と反応後の色素の吸収極大波長との差は、色素の吸光度の波長変化の波形と、生成物 (D) と反応後の吸光度の波長変化の波形とを十分に区別することができる程度に大きいことが望ましい。

[0431] このように色素の吸収波長を含む波長帯域の光の強度に着目すれば、生成物 (D) を定量的に評価することができ、これによって、冷凍サイクル回路 2 E に対する累積的な軽微なダメージを判定することができて、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の早期化が可能となる。

[0432] 図 4 5 は、光検知回路 3 2 E の概略図である。本実施の形態では、光検知回路 3 2 E は、吸光体 1 1 E により、冷凍サイクル回路 2 E の異常の評価を

可能にする。

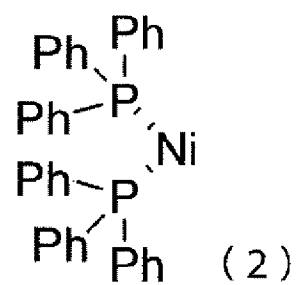
[0433] 吸光体 11E は、色素を含み、冷凍サイクル回路 2E 内に作動媒体 20 と接触可能に配置される。本実施の形態では、吸光体 11E は、色素が溶解された冷凍機油である。つまり、圧縮機 4 の冷凍機油に色素を溶融させることで、吸光体 11E が構成されている。吸光体 11E は、作動媒体 20 とともに、冷凍サイクル回路 2E を循環する。そのため、吸光体 11E の色素が生成物 (D) と接触して反応する可能性を高めることができる。

[0434] 色素は、作動媒体 20 の化学反応により生じる生成物 (D) と反応して、吸収極大波長が変化する性質を有する。そのため、色素の種類によって、色素と生成物 (D) との反応は、吸収波長での光の量の増加、又は、減少を引き起こし得る。

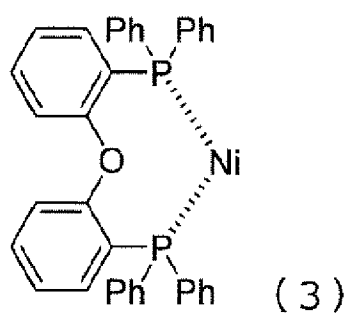
[0435] 以下、色素の第 1 例を示す。色素の第 1 例は、生成物 (D) がテトラフルオロエチレンである場合に好ましい。色素の第 1 例は、ニッケル錯体を含んでよい。ニッケル錯体は、テトラフルオロエチレンと反応し、吸収度に変化し得る。そのため、吸光度が変化する波長の光の強度の変化により、生成物 (D) としてのテトラフルオロエチレンが存在していることを検知することができる。ニッケル錯体の例としては、ビス(トリフェニルホスフィン)ニッケル(0) (式(2) 参照)、ビス(オルトジフェニルホスファニルフェニル)エーテルニッケル(0) (式(3) 参照)、2, 2'-ビス(オルトジフェニルホスフィノ)トランススチルベンニッケル(0) (式(4) 参照)、2, 2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)ビフェニルニッケル(0) (式(5) 参照)、2, 2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)ジフェニルメタンニッケル(0) (式(6) 参照)、及び、2, 2'-ビス(ジフェニルホスフィノ)ジフェニルプロパンニッケル(式(7) 参照)が挙げられる。

[0436]

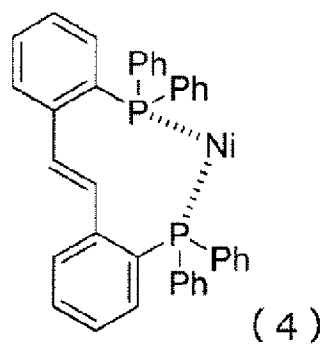
[化2]



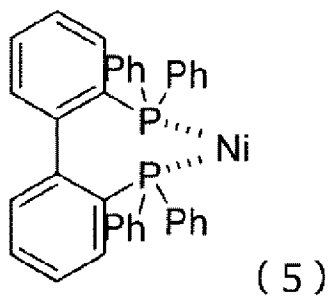
[0437] [化3]



[0438] [化4]

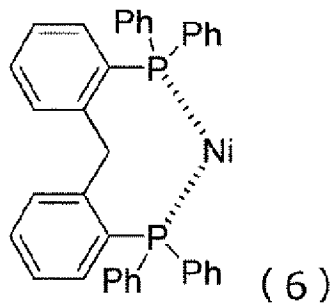


[0439] [化5]

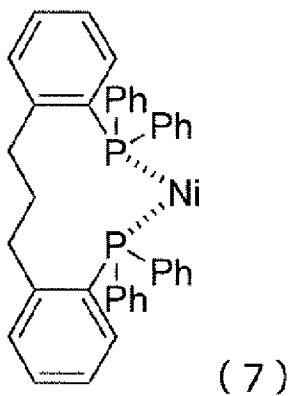


[0440]

[化6]

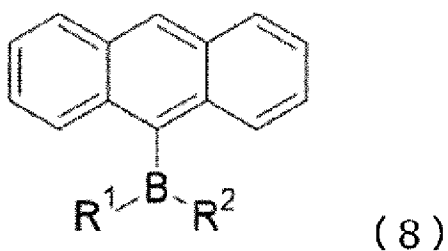


[0441] [化7]

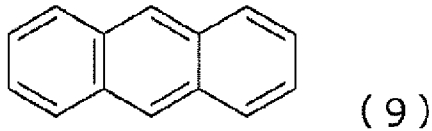


[0442] 以下、色素の第2例を示す。色素の第2例は、生成物（D）がフッ化水素である場合に好ましい。色素の第2例は、芳香族置換基を有するホウ素化合物を含んでよい。芳香族置換基を有するホウ素化合物は、フッ化水素と反応し、吸収度が増加し得る。そのため、吸光度が増加する波長の光の強度の変化により、生成物（D）としてのフッ化水素が存在していることを検知することができる。芳香族置換基を有するホウ素化合物の例としては、式（8）で示すジアリールナフチルボランが挙げられる。なお、 R^1 及び R^2 は、各々、式（9）で表されるナフチル基又は式（10）で表されるメシチル基からなる群から選択される。

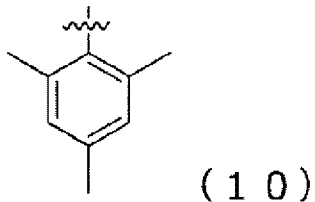
[0443] [化8]



[0444] [化9]



[0445] [化10]



[0446] 図45に示すように、光検知回路32Eは、光源装置321Eと、光検知装置322Eと、を備える。

[0447] 光源装置321Eは、冷凍サイクル回路2Eの内部に色素の吸収波長を含む波長帯域の光L32E-1, L32E-2を放射する。本実施の形態では、光源装置321Eは、第1光源3213-1及び第2光源3213-2を備える。第1光源3213-1及び第2光源3213-2は、冷凍サイクル回路2Eの内部に光L32E-1, L32E-2を放射する。光L32E-1, L32E-2の波長帯域は、互いに異なる。これは、光L32E-1, L32E-2が色素の異なる吸収波長に対応することを意味する。このように、光源装置321Eは、波長帯域が異なる複数の光L32E-1, L32E-2を放射する。例えば、光L32E-1, L32E-2は指向性がある光（例えばレーザ光）である。第1光源3213-1及び第2光源3213-2は、例えば、レーザダイオードである。

[0448] 光検知装置322Eは、光源装置321Eからの光L32E-1, L32E-2を受け取り、受け取った光L32E-1, L32E-2の強度を出力する。本実施の形態では、光検知装置322Eは、受け取った光L32E-1, L32E-2の強度を示す光検知信号を、制御回路35Eに出力する。本実施の形態では、光検知装置322Eから制御回路35Eに出力される光検知信号は、光L32E-1, L32E-2の強度を示す1又は複数の光検知信号を含み得る。このように、波長帯域が異なる複数の光L32E-1,

L 3 2 E - 2 の強度を用いることで、吸光体 1 1 E の色素以外の物質の色の影響、例えば、冷凍機油の色相変化の影響を低減できる。

[0449] 光検知装置 3 2 2 E は、第 1 光検知器 3 2 2 3 - 1 と、第 2 光検知器 3 2 2 3 - 2 と、を備える。第 1 光検知器 3 2 2 3 - 1 は、第 1 光源 3 2 1 3 - 1 から放射される光 L 3 2 E - 1 を受け取るように配置される。第 2 光検知器 3 2 2 3 - 2 は、第 2 光源 3 2 1 3 - 2 から放射される光 L 3 2 E - 2 を受け取るように配置される。本実施の形態では、第 1 光検知器 3 2 2 3 - 1 は、第 1 光源 3 2 1 3 - 1 に対向して配置され、第 2 光検知器 3 2 2 3 - 2 は、第 2 光源 3 2 1 3 - 2 に対向して配置される。第 1 光検知器 3 2 2 3 - 1 及び第 2 光検知器 3 2 2 3 - 2 の各々は、光検知素子及び光学系を備える。光検知素子は、例えば、フォトダイオードを含む。光学系は、例えば、レンズ（集光レンズ）を含む。

[0450] 次に、光源装置 3 2 1 E 及び光検知装置 3 2 2 E の配置について説明する。

[0451] 光源装置 3 2 1 E は、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と凝縮器（冷房運転時は第 1 熱交換器 5、暖房運転時は第 2 熱交換器 7）との間の部分に光 L 3 2 E - 1、L 3 2 E - 2 を放射する。特に、本実施の形態では、光源装置 3 2 1 E は、圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と四方弁 8 との間の部分 2 2 に光 L 3 2 E - 1、L 3 2 E - 2 を放射する。光源装置 3 2 1 は、四方弁 8 よりも圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 に近い部分に光 L 3 2 E - 1、L 3 2 E - 2 を放射する。これによって、色素に光 L 3 2 E - 1、L 3 2 E - 2 が当たる可能性を高めることができる。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0452] 光検知装置 3 2 2 E は、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と凝縮器（冷房運転時は第 1 熱交換器 5、暖房運転時は第 2 熱交換器 7）との間の部分 2 2 から光 L 3 2 E - 1、L 3 2 E - 2 を受け取る。特に、本実施の形態では、光検知装置 3 2 2 E は、圧縮機 4 の吐出管 4 0 2 と四方弁 8 との間の部分から光 L 3 2 E - 1、L 3 2 E - 2 を受け取る。光検知装置 3

22Eは、四方弁8よりも圧縮機4の吐出管402に近い部分から光L32E-1, L32E-2を受け取る。これにより、光検知装置322Eで受け取る光L32E-1, L32E-2の強度を向上できる。この構成は、冷凍サイクル回路2Eの異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0453] 制御回路35Eは、例えば、1以上のプロセッサ（マイクロプロセッサ）と1以上のメモリとを少なくとも含むコンピュータシステムにより実現され得る。コンピュータシステムは、1以上のA/Dコンバータを含んでいてもよい。例えば、1以上のA/Dコンバータは、光検知回路32Eからの光検知信号をアナログ形式からデジタル形式に変換するために用いられる。制御回路35Eは、制御回路35と同様に駆動回路31、第1防護装置33及び第2防護装置34を制御する。

[0454] 制御回路35Eは、光検知回路32Eからの光検知信号に基づいて冷凍サイクル回路2Eに異常が生じたかどうかの判定をし、異常が生じていると判定した場合には、冷凍サイクル回路2Eの動作を停止又は制限する。

[0455] 本実施の形態では、制御回路35Eは、光検知回路32Eからの光検知信号が示す光L32Eの強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路2Eの動作を停止又は制限する。本実施の形態では、光検知回路32Eからの光検知信号は、波長帯域が異なる複数の光L32E-1, L32E-2の強度を含む。制御回路35Eは、複数の光L32E-1, L32E-2の強度の少なくとも一つが所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路2Eの動作を停止又は制限する。

[0456] 所定条件は、色素の種類に応じて設定される。

[0457] 光源装置321Eの光L32E-1, L32E-2の波長帯域が、色素と生成物(D)との反応により色素の吸光度が低下する吸収波長を含む場合を考慮する。例えば、反応により色素の吸収極大波長での吸光度が低下する場合である。この場合、所定条件は、第1時点での光L32Eの強度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光L32Eの強度の指標値の割合が所定割合以上であることであってよい。光L32E-1, L32E

－ 2 の強度の指標値は、光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の強度から直接又は間接的に導き出される値であり、光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の強度それ自体であってよいし、一定期間の光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の強度の代表値であってよい。代表値は、平均値、最頻値、最大値、最小値、中間値等から選択されてよい。光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の強度の指標値は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量の指標値でもある。所定割合は、冷凍サイクル回路 2 E に異常が発生する可能性が高い生成物（D）の量に基づいて、試験又はシミュレーションにより評価することにより定めてよい。例えば、所定割合は 1 1 0 % であってよい。つまり、所定条件は、第 1 時点での光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の強度の指標値の割合が 1 1 0 % 以上であることであってよい。第 1 時点は、例えば、冷凍サイクル回路 2 E の運転開始時又は運転中の任意の時点であってよい。所定時間は、特に限定されないが、生成物（D）の発生に起因する色素の吸光度の変化を観測できるように設定されることが好ましい。第 1 時点が冷凍サイクル回路 2 の運転開始時である場合、所定条件は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の量が所定量以上となることに対応する。第 1 時点が運転中の任意の時点である場合、所定条件は、不均化反応により作動媒体 2 0 から生じた生成物の所定期間内の増加量が所定量以上となることに対応する。

[0458] 光源装置 3 2 1 E の光 L 3 2 E － 1 , L 3 2 E － 2 の波長帯域が、色素と生成物（D）との反応により色素の吸光度が増加する吸収波長を含む場合を考慮する。例えば、反応により色素の吸収極大波長での吸光度が増加する場合である。この場合、所定条件は、第 1 時点での光 L 3 2 E の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L 3 2 E の強度の指標値の割合が所定割合以下であることであってよい。所定割合は、冷凍サイクル回路 2 E に異常が発生する可能性が高い生成物（D）の量に基づいて、試験又はシミュレーションにより評価することにより定めてよい。例えば、所定

割合は90%であってよい。つまり、所定条件は、第1時点での光L32Eの強度の指標値に対する第1時点より所定時間後の第2時点での光L32Eの強度の指標値の割合が90%以下であることであってよい。

[0459] 以上述べた制御装置3Eでは、光検知回路32Eは、冷凍サイクル回路2Eの内部から光L32Eを受け取り、受け取った光L32Eの強度を第2状態として出力する。制御回路35Eは、作動媒体20に関する第2状態に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路2Eの動作を停止又は制限する。ここで、制御回路35Eは、光L32Eの強度に基づいて不均化反応により作動媒体20から生じた生成物の量の指標値を決定する。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。

[0460] 本実施の形態では、色素を用いて、放電現象が起きた場合に生じ得る色素の吸光度の変化を検知する。そのため、吸収波長に対して変化し得る吸光度をプローブとすることで、金属等の発光抑止物質の影響を低減しつつも、放電現象に起因した生成物の累積を評価することができる。

[0461] 冷凍サイクル回路2Eの動作の停止又は制限は、駆動回路31の動作の停止、凝縮器のファンの回転数の増加、蒸発器のファンの回転数の低下、膨張弁の開度の増加、（冷凍サイクル装置1Eが複数の室内機1bを備える場合）運転停止中の室内機1bのうち少なくとも一つの室内機1bの膨張弁を開とすること、（暖房運転の場合）四方弁8により冷房運転に切り替え膨張弁6を開とすることを、含み得る。

[0462] 制御回路35Eは、光L32Eの強度が所定条件を満たした回数に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路2Eの動作を停止又は制限する。特に、制御回路35Eは、光L32Eの強度が所定条件を満たした回数が増えるほど、冷凍サイクル回路2Eの動作の停止又は制限の度合いがより高い処理を実行する。これによって、冷凍サイクル回路2Eの異常の検知の早期化を可能にする。そのため、作動媒体20の利用の安全性を向上できる。

[0463] 制御回路35Eは、最初に光L32Eの強度が所定条件を満たした第1時

間と次に光L 3 2 Eの強度が所定条件を満たした第2時間との時間差に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路2 Eの動作を停止又は制限する。特に、制御回路3 5 Eは、時間差が短いほど、冷凍サイクル回路2 Eの動作又は停止の度合いがより高い処理を実行する。これによって、制御装置3 Eは、冷凍サイクル回路2 Eの異常の検知の早期化を可能にする。これによって、作動媒体2 0の利用の安全性を向上できる。

[0464] 冷凍サイクル回路2 Eの動作を停止又は制限するための処理は、例えば、第1処理～第3処理を含む。第1処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の出力を再開する処理である。第2処理は、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の振幅の設定値を低下させて動作させる処理である。第3処理は、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する処理である。第1処理～第3処理であれば、第3処理、第2処理、第1処理の順に、冷凍サイクル回路2 Eの動作を停止又は制限する度合いが高い。第1処理又は第2処理においても、待機時間が長いほど、冷凍サイクル回路2 Eの動作を停止又は制限する度合いが高い。

[0465] 制御回路3 5 Eの動作は、図3 1～図3 6を参照して説明した制御回路3 5 Bの動作と同様であってよい。より詳細には、制御回路3 5 Eの動作は、図3 1～図3 6を参照して説明した制御回路3 5 Bの動作において光検知回路3 2 Bに関する記載を光検知回路3 2 Eに関する記載に置き換えたものであってよい。

[0466] [1. 8. 2 効果等]

以上述べた制御装置3 Eは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体2 0が循環する冷凍サイクル回路2 Eを制御する制御装置であって、冷凍サイクル回路2 Eの圧縮機4を駆動する駆動回路3 1と、冷凍サイクル回路2 Eの圧縮機4を駆動する駆動回路3 1に関する第1状態又は作動媒体2 0に関する第2状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路2 Eの動作を停止又は制限する制御回路3 5 Eと、

を備える。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0467] 制御装置 3 E において、冷凍サイクル回路 2 E は、色素を含む吸光体 1 1 E を備える。制御装置 3 E は、色素の吸収波長を含む波長帯域の光 L 3 2 E を検知し、検知した光 L 3 2 E の強度を第 2 状態として出力する光検知装置 3 2 2 E を備える。制御回路 3 5 E は、光検知装置 3 2 2 E から出力される光 L 3 2 E の強度に基づいて不均化反応により作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定する。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0468] 以上述べた制御装置 3 E は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 E の動作を停止又は制限する。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0469] 制御方法は、第 2 状態に基づいて不均化反応により作動媒体 20 から生じた生成物の量の指標値を決定することを含む。不均化反応の予兆は、生成物の量又は所定期間内の生成物の増加量が所定量以上となることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0470] 制御装置 3 E が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体 20 が循環する冷凍サイクル回路 2 E を制御する制御装置 3 E が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、コンピュータシステムに、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 を駆動する駆動回路 3 1 に関する第 1 状態又は作動媒体 20 に関する第 2 状態の少

なくとも一方に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2 E の動作を停止又は制限する処理を実行させる。この構成は、作動媒体 2 O の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0471] 以上述べた冷凍サイクル装置 1 E は、作動媒体 2 O が循環する冷凍サイクル回路 2 E と、冷凍サイクル回路 2 E 内に作動媒体 2 O と接触可能に配置される吸光体 1 1 E と、を備える。吸光体 1 1 E は、作動媒体 2 O の化学反応により生じる生成物 (D) と反応して、吸光度が変化する性質を有する色素を含む。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の早期化を可能にする。

[0472] 冷凍サイクル装置 1 E において、色素は、ニッケル錯体を含む。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0473] 冷凍サイクル装置 1 E において、色素は、芳香族置換基を有するホウ素化合物を含む。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0474] 冷凍サイクル装置 1 E において、吸光体 1 1 E は、色素が溶解された冷凍機油である。この構成は、吸光体 1 1 E の色素が生成物 (D) と接触して反応する可能性を高めることができる。

[0475] 冷凍サイクル装置 1 E は、冷凍サイクル回路 2 E の内部に色素の吸収波長を含む波長帯域の光 L 3 2 E を放射する光源装置 3 2 1 E と、光 L 3 2 E を受け取り、受け取った光 L 3 2 E の強度を出力する光検知装置 3 2 2 E と、を更に備える。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の早期化を可能にする。

[0476] 冷凍サイクル装置 1 E において、波長帯域は、色素の吸収極大波長を含む。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0477] 冷凍サイクル装置 1 E において、光源装置 3 2 1 E は、波長帯域が異なる複数の光 L 3 2 E - 1, L 3 2 E - 2 を放射し、光検知装置 3 2 2 E は、複

数の光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} を受け取り、受け取った複数の光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度を出力する。この構成は、波長帯域が異なる複数の光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度を用いることで、吸光体 $11E$ の色素以外の物質の色の影響、例えば、冷凍機油の色相変化の影響を低減できる。

[0478] 冷凍サイクル装置 $1E$ において、光源装置 $321E$ は、冷凍サイクル回路 $2E$ の圧縮機 4 の吐出管 402 と凝縮器（第 1 熱交換器 5 、第 2 熱交換器 7 ）との間の部分 22 に光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} を放射する。この構成は、冷凍サイクル回路 $2E$ の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0479] 冷凍サイクル装置 $1E$ は、冷凍サイクル回路 $2E$ の動作を制御する制御回路 $35E$ を備え、制御回路 $35E$ は、光検知装置 $322E$ から出力される光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 $2E$ の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 $2E$ の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の抑制を可能にする。

[0480] 冷凍サイクル装置 $1E$ において、波長帯域は、色素と生成物（ D ）との反応により色素の吸光度が低下する吸収波長を含む。所定条件は、第 1 時点での光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度の指標値の割合が 110% 以上であることである。この構成は、冷凍サイクル回路 $2E$ の異常の検知の早期化を可能にする。

[0481] 冷凍サイクル装置 $1E$ において、波長帯域は、色素と生成物（ D ）との反応により色素の吸光度が増加する吸収波長を含む。所定条件は、第 1 時点での光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度の指標値に対する第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光 L_{32E-1} 、 L_{32E-2} の強度の指標値の割合が 90% 以下であることである。この構成は、冷凍サイクル回路 $2E$ の異常の検知の早期化を可能にする。

[0482] 以上述べた冷凍サイクル装置 $1E$ は、作動媒体 20 が循環する冷凍サイク

ル回路 2 E 用の光検知方法を実行する。この光検知方法は、色素を含み、冷凍サイクル回路 2 E 内に作動媒体 2 O と接触可能に配置される吸光体 1 1 E に、色素の吸収波長を含む波長帯域の光 L 3 2 E を放射し、光 L 3 2 E を受け取り、受け取った光 L 3 2 E の強度を出力する。色素は、作動媒体 2 O の化学反応により生じる生成物 (D) と反応して、吸光度が変化する性質を有する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の早期化を可能にする。

[0483] 以上述べた制御装置 3 E は、以下の制御方法を実行しているといえる。制御方法は、作動媒体 2 O が循環する冷凍サイクル回路 2 E を制御する制御装置 3 E で実行される制御方法であって、冷凍サイクル回路 2 E は、色素を含む吸光体 1 1 E を備え、制御装置 3 E は、光検知装置 3 2 2 E を備える。制御方法は、光検知装置 3 2 2 E により、色素の吸収波長を含む波長帯域の光 L 3 2 E を受け取り、受け取った光 L 3 2 E の強度を出力し、光検知装置 3 2 2 E から出力される光 L 3 2 E の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 E の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 2 O の不均化反応の抑制を可能にする。

[0484] 制御装置 3 E が実行する制御方法は、コンピュータシステムがプログラムを実行することにより実現され得る。このプログラムは、作動媒体 2 O が循環する冷凍サイクル回路 2 E を制御する制御装置 3 E が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、冷凍サイクル回路 2 E は、色素を含む吸光体 1 1 E を備え、制御装置 3 E は、光検知装置 3 2 2 E を備える。プログラムは、光検知装置 3 2 2 E により、色素の吸収波長を含む波長帯域の光 L 3 2 E を受け取り、受け取った光 L 3 2 E の強度を出力し、光検知装置 3 2 2 E から出力される光 L 3 2 E の強度が所定条件を満たした場合に、冷凍サイクル回路 2 E の動作を停止又は制限する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の早期化を可能にする。さらに、この構成は、作動媒体 2 O の不均化反応の抑制を可能にする。

[0485] [1 . 9 実施の形態 9]

[1 . 9 . 1 構成]

図 4 6 は、実施の形態 9 にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機 4 及び制御装置 3 F の概略図である。実施の形態 9 にかかる冷凍サイクル装置は、実施の形態 8 にかかる冷凍サイクル装置 1 E と同様の構成を含むから、同様の構成については必要に応じて図 4 2 及び符号を援用する。

[0486] 制御装置 3 F は、駆動回路 3 1 と、光検知回路 3 2 F と、第 1 防護装置 3 3 と、第 2 防護装置 3 4 と、制御回路 3 5 E とを備える。

[0487] 図 4 6 は、光検知回路 3 2 F の概略図である。本実施の形態では、光検知回路 3 2 F は、吸光体 1 1 F により、冷凍サイクル回路 2 E の異常の評価を可能にする。

[0488] 吸光体 1 1 F は、色素を含み、冷凍サイクル回路 2 E 内に作動媒体 2 0 と接触可能に配置される。本実施の形態では、吸光体 1 1 F は、色素を担持した支持体である。支持体は、例えば、多孔体である。多孔体は、無機又は有機多孔体であってよい。無機多孔体の例としては、メソポーラスシリカ等が挙げられる。有機多孔体の例としては、合成樹脂製のメンブレン又は紙等が挙げられる。多孔体は、より広い表面積を確保できるため、色素が作動媒体 2 0 に接触する可能性を高めることができる。多孔体は、光 L 3 2 を遮断せずに透過する性質を有することが好ましい。吸光体 1 1 F は、冷凍サイクル回路 2 E の所定場所に固定される。本実施の形態では、吸光体 1 1 F は、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内に配置される。例えば、吸光体 1 1 F は、電動機 4 2 と吐出管 4 0 2 との間の領域にある。吸光体 1 1 F では、吸光体 1 1 E とは異なり、色素が冷凍サイクル回路 2 E 全体に分散されことなく所定箇所にあるため、作動媒体 2 0 との接触可能性は低下するが、光 L 3 2 を確実に当てることができるようになる。

[0489] 光検知回路 3 2 F は、光源装置 3 2 1 F 及び光検知装置 3 2 2 F を備える。光源装置 3 2 1 F は、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 の内部に光 L 3 2 E を放射する。これによって、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内に光 L 3 2 が放射

され、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内の吸光体 1 1 F に光 L 3 2 E が当たる。本実施の形態では、光源装置 3 2 1 F は、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内に配置される。例えば、光源装置 3 2 1 F は、電動機 4 2 と吐出管 4 0 2 との間の領域にある。これによって、色素に光 L 3 2 E が当たる可能性を高めることができる。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。光検知装置 3 2 2 E は、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 の内部から光 L 3 2 E を受け取る。本実施の形態では、光検知装置 3 2 2 E は、圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内に配置される。例えば、光検知装置 3 2 2 E は、電動機 4 2 と吐出管 4 0 2 との間の領域にある。また、光検知装置 3 2 2 E は、圧縮機の圧縮機構 4 1 と電動機 4 2 との位置関係に基づいて配置されていてもよい。具体的には、光検知装置 3 2 2 E は、光検知装置 3 2 2 E と圧縮機 4 の圧縮機構 4 1 との間に電動機 4 2 が位置するように配置されていてもよい。これにより、光検知装置 3 2 2 E で受け取る光 L 3 2 E の強度を向上できる。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0490] [1. 9. 2 効果等]

以上述べた冷凍サイクル装置において、光源装置 3 2 1 F は、冷凍サイクル回路 2 E の圧縮機 4 の内部に光 L 3 2 E を放射する。この構成は、冷凍サイクル回路 2 E の異常の検知の精度の向上を可能にする。

[0491] 冷凍サイクル装置において、吸光体 1 1 F は、色素を担持した支持体である。この構成は、色素が冷凍サイクル回路 2 E 全体に分散されることなく所定箇所にあるため、光 L 3 2 E を確実に当てることができるようになる。

[0492] 冷凍サイクル装置において、支持体は、多孔体を含む。この構成は、色素が作動媒体 2 0 に接触する可能性を高めることができる。

[0493] [1. 10 実施の形態 10]

[1. 10. 1 構成]

図 4 8 は、実施の形態 10 にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機 4 及び制御装置 3 G の概略図である。実施の形態 10 にかかる冷凍サイクル装置は、実

施の形態 1 にかかる冷凍サイクル装置 1 と同様の構成を含むから、同様の構成については必要に応じて図 1 及び符号を援用する。

[0494] 制御装置 3 G は、駆動回路 3 1 と、温度検知装置 3 2 G と、第 1 防護装置 3 3 と、第 2 防護装置 3 4 と、制御回路 3 5 G とを備える。

[0495] 温度検知装置 3 2 G は、冷凍サイクル回路 2 の一部での作動媒体の温度 [K] を検出する。本実施の形態では、第 2 状態は、冷凍サイクル回路 2 の一部での作動媒体 2 0 の温度 [K] である。ここで、冷凍サイクル回路 2 の一部は、圧縮機 4 の内部である。一例として、温度検知装置 3 2 G は、密閉容器 4 0 内の温度を検知し、温度を示す温度信号を、制御回路 3 5 G に出力する。すなわち、温度検知装置 3 2 G は、冷凍サイクル回路 2 の一部である圧縮機 4 の密閉容器 4 0 内の作動媒体 2 0 の温度を検知し、第 2 状態として出力する。温度検知装置 3 2 G は、熱電対等、従来周知の構成であってよい。なお、冷凍サイクル回路 2 の一部は、圧縮機 4 の内部に限定されず、密閉容器 4 0 の吸入管 4 0 1 又は吐出管 4 0 2、冷凍サイクル回路 2 の配管経路の任意の部分であってよい。

[0496] 制御回路 3 5 G は、例えば、1 以上のプロセッサ（マイクロプロセッサ）と 1 以上のメモリとを少なくとも含むコンピュータシステムにより実現され得る。コンピュータシステムは、1 以上の A/D コンバータを含んでいてもよい。例えば、1 以上の A/D コンバータは、温度検知装置 3 2 G からの温度信号をアナログ形式からデジタル形式に変換するために用いられる。制御回路 3 5 G は、制御回路 3 5 と同様に、駆動回路 3 1、第 1 防護装置 3 3 及び第 2 防護装置 3 4 を制御する。

[0497] 制御回路 3 5 G は、さらに、温度検知装置 3 2 G から出力される温度信号が示す温度に基づいて、冷凍サイクル回路 2 を循環する作動媒体 2 0 の不均化反応を抑制するための処理を実行する。作動媒体 2 0 の不均化反応の要因は、熱とラジカルであると考えられる。例えば、高温高圧下でラジカルが生成された場合に、作動媒体 2 0 の不均化反応が進行すると考えられる。そして、作動媒体 2 0 の温度が非常に高い場合には、ラジカルが発生している可

能性が高いと考えられる。このような観点から、制御回路 35 G は、作動媒体 20 に関する第 2 状態（本実施の形態では、冷凍サイクル回路 2 の一部での作動媒体 20 の温度 [K]）に基づいて不均化反応の予兆を検知すると、冷凍サイクル回路 2（駆動回路 31）の動作を停止又は制限する。

[0498] 本実施の形態では、不均化反応の予兆は、制御回路 35 G は、冷凍サイクル回路 2 の一部での作動媒体 20 の温度 [K] が、閾値温度 [K] 以上となることである。

[0499] 閾値温度 [K] は、定格運転時の温度に基づいて決定され得る。本実施の形態では、閾値温度 [K] は、定格運転時の温度範囲における最大値 [K] に比べて 10 倍以上に設定される。一例として、定格運転時の平均温度は 353 K、定格運転時の温度範囲における最大値は 393 K である場合、閾値温度は、3930 K 以上に設定され得る。

[0500] なお、閾値温度 [K] は、絶対的な基準により定められてよい。例えば、閾値温度 [K] は、2000 であってよい。この場合、不均化反応の予兆は、冷凍サイクル回路の一部での作動媒体の温度 [K] が、2000 K 以上になることである。

[0501] [1. 10. 2 効果等]

以上述べた冷凍サイクル装置において、第 2 状態は、冷凍サイクル回路 2 の一部での作動媒体 20 の温度 [K] である。不均化反応の予兆は、冷凍サイクル回路の一部での作動媒体の温度 [K] が、定格運転時の温度範囲における最大値 [K] に比べて 10 倍以上になることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0502] 以上述べた冷凍サイクル装置において、第 2 状態は、冷凍サイクル回路 2 の一部での作動媒体 20 の温度 [K] である。不均化反応の予兆は、冷凍サイクル回路の一部での作動媒体の温度 [K] が、2000 K 以上になることである。この構成は、作動媒体 20 の不均化反応の検出の精度を向上でき、不均化反応の抑制の向上を可能にする。

[0503] [2. 変形例]

本開示の実施の形態は、上記実施の形態に限定されない。上記実施の形態は、本開示の課題を達成できれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。以下に、上記実施の形態の変形例を列挙する。以下に説明する変形例は、適宜組み合わせで適用可能である。

[0504] なお、以下では、上記の実施の形態 1 ～ 9 のいずれにおいても適用可能であっても、実施の形態 1 において用いた符号に言及するが、これは、単に記載を簡略化するためであって、実施の形態 2 ～ 10 への適用を排除する趣旨ではない。

[0505] 一変形例において、制御回路 35 において、駆動回路 31 の動作の停止は、交流出力電力の出力の停止、直流出力電力の出力の停止、又は、入力電力の入力の停止のいずれか 1 以上を含んでよい。駆動回路 31 の動作の制限は、交流出力電力の振幅の設定値の低下、又は、交流出力電力の周波数の設定値の低下のいずれか 1 以上を含んでよい。

[0506] 一変形例において、制御回路 35 は、電動機 42 の停止・減速を段階的に実行してもよい。一例として、制御回路 35 は、交流出力電力の振幅又は周波数の少なくとも一方を段階的に低下させることで、電動機 42 に供給される交流出力電力の実効値を段階的に低下させてよい。

[0507] 一変形例において、制御回路 35 の動作は、必ずしも、図 4 ～ 図 9 に示すフローチャートで示される動作に限定されない。図 4 ～ 図 9 に示すフローチャートは、あくまでも、一例である。例えば、制御回路 35 の動作において、ステップ S 19 ～ S 23 の処理、つまり、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する処理は必須ではない。制御回路 35 の動作において、ステップ S 24 ～ S 28 の処理、つまり、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の振幅の設定値を低下させて動作させる処理は必須ではない。同様に、制御回路 35 の動作において、ステップ S 29 ～ S 34 の処理、ステップ S 35 ～ S 41 の必須、又は、ステップ S 42 ～ S 51 の処理は必須ではない。

- [0508] 制御回路 3 5 は、必ずしも、最初に検出電圧が第 2 電圧未満になった第 1 時間と次に検出電圧が第 2 電圧未満になった第 2 時間との時間差、又は、検出電圧が第 2 電圧未満になった回数に応じて、異なる方法で駆動回路 3 1 の動作の停止又は制限しなくてもよい。
- [0509] 一変形例において、制御回路 3 5 A の動作は、必ずしも、図 1 3 ～図 2 6 に示すフローチャートで示される動作に限定されない。図 1 3 ～図 2 6 に示すフローチャートは、あくまでも、一例である。例えば、第 1 光の閾値は、第 1 ～第 3 閾値に限らず、単一の閾値だけが用いられてもよいし、2 以上の閾値が用いられてもよい。この点は、第 2 光の閾値においても同様である。
- [0510] 一変形例において、制御回路 3 5 B の動作は、必ずしも、図 3 1 ～図 3 6 に示すフローチャートで示される動作に限定されない。図 3 1 ～図 3 6 に示すフローチャートは、あくまでも、一例である。例えば、制御回路 3 5 B の動作において、ステップ S 2 1 9 ～S 2 2 3 の処理、つまり、交流出力電力の出力を停止し、入力電力の入力を停止する処理は必須ではない。制御回路 3 5 B の動作において、ステップ S 2 2 4 ～S 2 2 8 の処理、つまり、交流出力電力の出力を停止し、待機時間の経過後に交流出力電力の振幅の設定値を低下させて動作させる処理は必須ではない。同様に、制御回路 3 5 B の動作において、ステップ S 2 2 9 ～S 2 3 4 の処理、ステップ S 2 3 5 ～S 2 4 1 の必須、又は、ステップ S 2 4 2 ～S 2 5 1 の処理は必須ではない。この点は、制御回路 3 5 C, 3 5 E においても同様である。
- [0511] 制御回路 3 5 B は、必ずしも、最初に光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした第 1 時間と次に光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした第 2 時間との時間差、又は、光 L 3 2 B の強度が所定条件を満たした回数に応じて、異なる方法で冷凍サイクル回路 2 B の動作の停止又は制限しなくてもよい。この点は、制御回路 3 5 C, 3 5 E においても同様である。
- [0512] 一変形例において、光検知装置 3 2 A は、複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A を備える構成に限定されず、単一の光検知器を備えてもよい。複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A の配置は特に限定されず、密閉容器 4 0 内におい

て、不均化反応の発生に寄与し得る光を検知できる位置に配置されていればよい。複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A は必ずしもすべてが光を検知できる位置になくてもよく、複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A の少なくとも一つにおいて光を検知できればよい。

[0513] 一変形例において、光検知回路 3 2 B は、冷凍サイクル回路 2 B の異なる箇所で作動媒体 2 0 に光 L 3 2 B を放射するように構成されてよい。これによって、冷凍サイクル回路 2 の異常の検知の精度の向上が可能になる。光検知回路 3 2 B は、必ずしも、密閉容器 4 0 内に配置されている必要はない。例えば、冷凍サイクル回路 2 B に窓を設けて光の放射及び光の強度の検出を可能にしてよく、この場合には、光検知回路 3 2 B 自体は冷凍サイクル回路 2 B 外に配置可能である。

[0514] 一変形例において、光源装置 3 2 1 B は、必ずしも第 1 光源 3 2 1 1 - 1 及び第 2 光源 3 2 1 1 - 2 を備える必要はなく、単一の光源からの光をビームスプリッタ又は光ファイバ等で分割して放射するように構成されてよい。光源装置 3 2 1 B の光源 3 2 1 1 の数は、2 つではなく、1 つであってよいし、3 以上であってもよい。

[0515] 一変形例において、光源装置 3 2 1 B は、波長帯域が異なる複数の光 L 3 2 B を放射してよい。光検知装置 3 2 2 B は、複数の光 L 3 2 B を受け取り、受け取った複数の光 L 3 2 B の強度をそれぞれ出力してよい。この場合、光検知装置 3 2 2 B から制御回路 3 5 B に出力される光検知信号は、波長帯域が異なる複数の光の強度を示す 1 又は複数の光検知信号を含み得る。波長帯域が異なる複数の光の強度を用いることで、不溶成分以外の物質の影響、例えば、冷凍機油の色相変化の影響を低減できる。

[0516] 一変形例において、光検知装置 3 2 2 B の光検知器 3 2 2 0 の数は、2 つではなく、1 つであってよいし、3 以上であってもよい。第 1 光検知器 3 2 2 0 - 1 は、第 1 光源 3 2 1 1 - 1 に対して必ずしも対向するように配置されている必要はなく、第 1 光源 3 2 1 1 - 1 からの光 L 3 2 B - 1 の光路上にあればよい。例えば、光 L 3 2 B - 1 の光路は、ミラー等により屈曲して

よく、この場合、必ずしも第1光検知器3220-1は、第1光源3211-1に対して対向していなくてもよい。この点は、第2光検知器3220-2についても同様である。

[0517] 一変形例において、気泡除去機構21の位置は、図27の位置に限定されない。気泡除去機構21は、気泡Bによる光検知回路32Bへの影響の低減を目的とするから、冷凍サイクル回路2Bにおいて、光源装置321Bにより光L32Bが放射される部分よりも上流側に配置されていればよい。例えば、気泡除去機構21は、圧縮機4内に配置されてよい。特に、気泡除去機構21は、圧縮機4の密閉容器40内又は吸入管401に配置されてよい。

[0518] 一変形例において、光検知回路32Cは、冷凍サイクル回路2Cの複数個所に励起光Leを放射するように構成されてよい。これによって、冷凍サイクル回路2Cの異常の検知の精度の向上が可能になる。光検知回路32Cは、必ずしも、密閉容器40内に配置されている必要はない。例えば、冷凍サイクル回路2Cに窓を設けて光の放射及び光の強度の検出を可能にしてよく、この場合には、光検知回路32C自体は冷凍サイクル回路2C外に配置可能である。

[0519] 一変形例において、光検知回路32Eは、冷凍サイクル回路2Eの異なる箇所で作動媒体20に光L32Eを放射するように構成されてよい。これによって、冷凍サイクル回路2Eの異常の検知の精度の向上が可能になる。光検知回路32Eは、必ずしも、密閉容器40内に配置されている必要はない。例えば、冷凍サイクル回路2Eに窓を設けて光の放射及び光の強度の検出を可能にしてよく、この場合には、光検知回路32E自体は冷凍サイクル回路2E外に配置可能である。

[0520] 一変形例において、光源装置321Eは、必ずしも第1光源3213-1及び第2光源3213-2を備える必要はなく、単一の光源からの光をビームスプリッタ又は光ファイバ等で分割して放射するように構成されてよい。光源装置321Eの光源3213の数は、2つではなく、1つであってよいし、3以上であってもよい。

- [0521] 一変形例において、光検知装置 3 2 2 E の光検知器 3 2 2 3 の数は、2 つではなく、1 つであってよいし、3 以上であってもよい。第 1 光検知器 3 2 2 3 - 1 は、第 1 光源 3 2 1 3 - 1 に対して必ずしも対向するように配置されている必要はなく、第 1 光源 3 2 1 3 - 1 からの光 L 3 2 E - 1 の光路上にあればよい。例えば、光 L 3 2 E - 1 の光路は、ミラー等により屈曲してよく、この場合、必ずしも第 1 光検知器 3 2 2 3 - 1 は、第 1 光源 3 2 1 3 - 1 に対して対向していなくてもよい。この点は、第 2 光検知器 3 2 2 3 - 2 についても同様である。
- [0522] 一変形例において、光源装置 3 2 1 B は、必ずしも制御装置 3 E に含まれている必要はない。冷凍サイクル装置 1 B の外部の光源を、光源装置 3 2 1 B として利用することができる。この点は、光源装置 3 2 1 C, 3 2 1 E においても同様である。
- [0523] 一変形例において、第 1 防護装置 3 3 は、スイッチ S u, S v, S w を備える回路構成に限定されず、駆動回路 3 1 から電動機 4 2 に出力される交流出力電力の大きさ、例えば、電圧の大きさを調整する回路構成を含んでよい。第 1 防護装置 3 3 は、駆動回路 3 1 内に配置されてよい。
- [0524] 一変形例において、第 2 防護装置 3 4 は、スイッチ S 1, S 2 を備える回路構成に限定されず、電源 1 0 から駆動回路 3 1 に入力される入力電力の大きさ、例えば、電圧の大きさを調整する回路構成を含んでよい。第 2 防護装置 3 4 は、駆動回路 3 1 内に配置されてよい。
- [0525] 一変形例において、制御装置 3 は、必ずしも第 1 防護装置 3 3 と第 2 防護装置 3 4 との両方を含んでいる必要はなく、第 1 防護装置 3 3 と第 2 防護装置 3 4 との一方を含んでもよいし、駆動回路 3 1 が交流出力電力を調整する機能を有していれば、第 1 及び第 2 防護装置 3 3, 3 4 は省略できる。例えば、制御回路 3 5 は、インバータ回路 3 1 2 の半導体スイッチング素子 V 1 ~ V 4 をオン、残りの半導体スイッチング素子 U 1 ~ U 4, W 1 ~ W 4 をオフにすることで、電動機 4 2 への交流出力電力の出力を停止してよい。この場合、第 1 防護装置 3 3 は省略されてよい。

[0526] 図49は、一変形例の制御装置3Hを示す。図49において、制御装置3Hは、第3防護装置36を備える。第3防護装置36は、直流出力電力の出力を停止するために設けられる。第3防護装置36は、駆動回路31のコンバータ回路311とインバータ回路312との間に介在されるスイッチS3、S4、S5を備える。スイッチS3は、第1出力点P1と、半導体スイッチング素子U1、V1、W1との間に共通に接続される。スイッチS4は、第2出力点P2と、半導体スイッチング素子U4、V4、W4との間に共通に接続される。スイッチS5は、第3出力点P3と、ダイオードD5、D6間の接続点、ダイオードD7、D8間の接続点、及び、ダイオードD9、D10間の接続点との間に共通に接続される。スイッチS3、S4、S5は、例えば、半導体スイッチ、電磁リレー等の制御可能なスイッチであればよい。第3防護装置36は、スイッチS3、S4、S5が閉じているオン状態では、コンバータ回路311からインバータ回路312への直流出力電力の出力を可能にし、スイッチS3、S4、S5が開いているオフ状態では、コンバータ回路311からインバータ回路312への直流出力電力の出力を停止する。

[0527] 圧縮機4への電力の出力を停止する場合、入力電力の入力の停止、直流出力電力の出力の停止、交流出力電力の出力の停止は、この順番に、安全度が高い。そのため、第1防護装置33の動作後、第2防護装置34を動作させる前に、第3防護装置36を動作させてよい。なお、第3防護装置36がある場合には、第2防護装置34を省略してもよい。

[0528] 一変形例において、第3防護装置36は、スイッチS3、S4、S5を備える回路構成に限定されず、コンバータ回路311からインバータ回路312に出力される直流出力電力の大きさ、例えば、電圧の大きさを調整する回路構成を含んでよい。

[0529] 図50は、変形例にかかる冷凍サイクル装置の圧縮機4I及び制御装置3Iの概略図である。

[0530] 図50において、制御装置3Iは、実施の形態2の制御装置3Aと同様に

、駆動回路 3 1 と、光検知装置 3 2 A と、第 1 防護装置 3 3 と、第 2 防護装置 3 4 と、制御回路 3 5 A とを備える。さらに、制御装置 3 1 は、第 3 防護装置 3 6 を備える。

[0531] 図 4 9 において、圧縮機 4 1 は、導光部材 4 3 を備える。導光部材 4 3 は、密閉容器 4 0 内の光を、密閉容器 4 0 外に導くために設けられる。光検知装置 3 2 A は、密閉容器 4 0 内ではなく、密閉容器 4 0 外に配置され、導光部材 4 3 によって導光された密閉容器 4 0 内の光を検知する。

[0532] 導光部材 4 3 は、例えば、密閉容器 4 0 に設けられるサイトグラス等の窓部であってよい。この場合、光検知装置 3 2 A は、導光部材 4 3 と対向するように配置され、導光部材 4 3 により密閉容器 4 0 内から取り出される光を検知する。この場合、光検知装置 3 2 A を密閉容器 4 0 外に配置できるために、密閉容器 4 0 内で作動媒体 2 0 に曝される場合に比べれば長寿命化を図ることができる。一方で、密閉容器 4 0 内の光源と導光部材 4 3 との距離が離れるから、検知感度が低下する傾向にある。

[0533] 導光部材 4 3 は、光ファイバを備えてよい。光ファイバは、入力側の端部が密閉容器 4 0 内に配置され、出力側の端部が密閉容器 4 0 外に配置される。導光部材 4 3 は、複数の光ファイバを備えてよく、複数の光ファイバの入力側の端部は、電動機 4 2 の回転軸 A 1 1 の方向の両端側に配置されてよい。これによって、不均化反応の検出の精度の向上が可能になる。複数の光ファイバの出力側の端部は一つにまとめられてよく、これによって、複数の光ファイバの入力側の端部で検知される光を集約して光検知装置 3 2 A に出力することができる。この場合、光検知装置 3 2 A を密閉容器 4 0 外に配置できるために、密閉容器 4 0 内で作動媒体 2 0 に曝される場合に比べれば長寿命化を図ることができる。また、実施の形態 1 のように、複数の光検知器 3 2 1 A, 3 2 2 A を用いなく済むから、光検知器の数を減らすことができる。一方で、光ファイバの配置の仕方によっては、密閉容器 4 0 内で作動媒体 2 0 の流れが阻害される可能性があり得る。

[0534] 一変形例において、電源 1 0 は、種々の交流電源、特に、商用電源であつ

てよい。商用電源の電圧及び周波数は国等によって異なるが、駆動回路 3 1 は、種々の商用電源により電動機 4 2 を駆動可能に構成され得る。

[0535] 一変形例において、駆動回路 3 1 は、電動機 4 2 の種類等に対応する交流出力電力を供給するように構成され得る。交流出力電力は、三相交流電力に限らず、単相交流電力であり得る。

[0536] 一変形例において、コンバータ回路 3 1 1 は、複数の第 3 出力点を有してよい。複数の第 3 出力点は、互いに異なる電圧を出力し得る。インバータ回路 3 1 2 は、複数の第 3 出力点と電動機 4 2 との間にそれぞれ接続される複数の第 3 半導体スイッチング素子群を有してよい。第 1 出力点 P 1、第 2 出力点 P 2 及び複数の第 3 出力点 P 3 の合計数を n とすれば、駆動回路 3 1 は、 $(2 \times n - 1)$ レベルの電圧を与えることができる。 n を増やすことによって、駆動回路 3 1 により電動機 4 2 に印加される電圧波形を正弦波により近付けることができる。

[0537] 一変形例において、インバータ回路 3 1 2 の回路構成は、図 2 の回路構成に限定されない。図 2 のインバータ回路 3 1 2 の回路構成は、いわゆる NPC (Neutral-Point-Clamped) 方式であるが、A-NPC (Advanced-NPC) 方式であってもよい。インバータ回路 3 1 2 は、電圧が異なる複数の出力点と電動機との間にそれぞれ接続される複数の半導体スイッチング素子群を有していればよい。複数の半導体スイッチング素子群を構成する複数の半導体スイッチング素子は、2 以上の半導体スイッチング素子群に共通に含まれる半導体スイッチング素子を含んでよい。

[0538] 一変形例において、冷凍サイクル装置は、1 台の室外機に 1 台の室内機が接続された構成の空気調和器（いわゆるルームエアコン（RAC））に限定されない。冷凍サイクル装置は、1 又は複数の室外機に複数の室内機が接続された構成の空気調和器（いわゆるパッケージエアコン（PAC）、ビル用マルチエアコン（VRF））であってもよい。あるいは、冷凍サイクル装置は、空気調和器に限定されず、冷蔵庫又は冷凍庫等の冷凍又は冷蔵装置であってもよい。

[0539] 一変形例において、第１～第７異常通知等の異常通知は、直接発出又は間接発出されてよい。直接発出は、空気調和器が、直接的に、室外機１a、室内機１b、又はリモートコントローラ等を用いて出力することである。例えば、異常通知は、空気調和器の室外機１a、室内機１b、又はリモートコントローラに備えられた光源装置（ＬＥＤ、赤色灯、警告表示ランプ等）による光、音発生装置（スピーカ、ブザー、アラーム、発音器、警報機等）による音、又は表示装置（ディスプレイ、表示パネル等）による視覚表示（メッセージ表示、バックライト点滅等）を利用して出力されてよい。間接発出は、インターネット等の通信ネットワーク又はサーバを通じて、空気調和器の外部に出力及び／又は保存することである。間接発出は、プッシュ通知（携帯電話、スマートフォンへの通知）、音声アシスタント（Alexa echo、Google home等）への通知、メーカー又はメンテナンス会社への自動通報、管理会社の監視機器へのメッセージ送信、サービスセンタ等への通知、消防車又は警備会社等への通報、記憶装置の異常履歴への保存等が挙げられる。

[0540] 一変形例において、制御装置３は、冷凍サイクル回路２の異常の診断を実行するにあたっては、様々な指標値（状態値）を取得してよい。例えば、冷凍サイクル回路２の異常の診断に用いられる指標値としては、吸入圧力／蒸発飽和温度、吐出圧力／凝集飽和温度、吸入ガス冷媒温度、吐出ガス冷媒温度、凝縮器出口冷媒温度、蒸発器入口冷媒温度、蒸発器出口冷媒温度、負荷側吹出空気温度、レシーバの液面高さ、放電予兆検知回数、放電プラズマ検知回数、漏れ電流検知回数、累積放電反応生成物量、警告発出回数、運転制限回数、運転停止回数が挙げられる。特に、制御装置３は、放電予兆回数が前回より増加したか、プラズマ検知回数が前回より増加したか、漏れ電流検知回数が前回より増加したか、累積生成物量が前回より増加したか、累積生成物量が所定値より大きいかといった項目を、診断項目として採用することが好ましい。なお、制御装置３による診断の結果は、制御装置３の内部のメモリ又は外部のサーバ等に所定期間（例えば１～３年）以上は保管されることが好ましい。また、制御装置３での異常通知の履歴も同様に、制御装置３

の内部のメモリ又は外部のサーバ等に所定期間（例えば１～３年）以上は保管されることが好ましい。

[0541] [3. 態様]

上記実施の形態１～１０及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。

[0542] [態様１]

不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の制御方法であって、

前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第１状態又は前記作動媒体に関する第２状態の少なくとも一方に基づいて前記不均化反応の予兆を検知すると、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、制御方法。

[0543] [態様２]

前記第２状態は、前記冷凍サイクル回路の一部での前記作動媒体の温度〔Ｋ〕であり、

前記不均化反応の予兆は、前記冷凍サイクル回路の前記一部での前記作動媒体の温度〔Ｋ〕が、定格運転時の温度範囲における最大値〔Ｋ〕に比べて１０倍以上になることである、

態様１の制御方法。

[0544] [態様３]

前記第２状態は、前記冷凍サイクル回路の一部での前記作動媒体の温度〔Ｋ〕であり、

前記不均化反応の予兆は、前記冷凍サイクル回路の前記一部での前記作動媒体の温度〔Ｋ〕が、２０００Ｋ以上になることである、

態様１の制御方法。

[0545] [態様４]

前記第２状態に基づいて前記圧縮機での前記作動媒体の発光回数を決定することを含み、

前記不均化反応の予兆は、前記作動媒体の発光回数が所定回数以上となることである、

態様 1 の制御方法。

[0546] [態様 5]

前記第 2 状態に基づいて前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定することを含み、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の増加量が所定量以上となることである、

態様 1 の制御方法。

[0547] [態様 6]

前記生成物は、中間生成物又は最終生成物の少なくとも一つを含み、

前記中間生成物は、熱力学的に不安定な化学種であり、

前記最終生成物は、熱力学的に安定な化学種である、

態様 4 の制御方法。

[0548] [態様 7]

前記第 1 状態に基づいて前記圧縮機での放電現象の発生回数を決定することを含み、

前記不均化反応の予兆は、前記放電現象の発生回数が所定回数以上となることである、

態様 1 の制御方法。

[0549] [態様 8]

不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置であって、

前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路と、

前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1 状態又は前記作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて前記不均化反応の予兆を検知すると、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する制御回路と、

を備える、
制御装置。

[0550] [態様 9]

前記駆動回路は、電源からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力するコンバータ回路、及び、前記直流出力電力に基づいて交流出力電力を前記冷凍サイクル回路の圧縮機に出力するインバータ回路を含み、

前記制御装置は、前記直流出力電力を検出し、前記直流出力電力の電圧を示す検出電圧を前記第 1 状態として出力する電圧検出器を備え、

前記制御回路は、前記検出電圧が前記第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になった回数により前記圧縮機での放電現象の発生回数を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記放電現象の発生回数が所定回数以上となることである、

態様 8 の制御装置。

[0551] [態様 10]

前記制御装置は、前記冷凍サイクル回路の圧縮機の密閉容器内の光を検出し、前記光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光の強度が前記光の閾値を超えた回数により前記圧縮機での前記作動媒体の発光回数を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記作動媒体の発光回数が所定回数以上となることである、

態様 8 の制御装置。

[0552] [態様 11]

前記制御装置は、前記冷凍サイクル回路の内部を通して光を受け取り、受け取った前記光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光の強度に基づいて前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の

増加量が所定量以上となることである、

態様 8 の制御装置。

[0553] [態様 1 2]

前記冷凍サイクル回路は、蛍光色素を含む蛍光体を備え、

前記制御装置は、前記蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光を検知し、
検知した光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光検知装置から出力される前記光の強度に基づいて
前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定し
、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の
増加量が所定量以上となることである、

態様 8 の制御装置。

[0554] [態様 1 3]

前記冷凍サイクル回路は、色素を含む吸光体を備え、

前記制御装置は、前記色素の吸収波長を含む波長帯域の光を受け取り、受
け取った前記光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光検知装置から出力される前記光の強度に基づいて
前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定し
、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の
増加量が所定量以上となることである、

態様 8 の制御装置。

[0555] [態様 1 4]

態様 8 ～ 1 3 のいずれか一つの制御装置と、

前記冷凍サイクル回路と、

を備える、

冷凍サイクル装置。

[0556] [態様 1 5]

前記冷媒成分は、エチレン系フルオロオレフィンを含む、
態様 14 の冷凍サイクル装置。

[0557] [態様 16]

前記エチレン系フルオロオレフィンは、不均化反応が生じるエチレン系フルオロオレフィンを含む、
態様 15 の冷凍サイクル装置。

[0558] [態様 17]

前記エチレン系フルオロオレフィンは、1, 1, 2-トリフルオロエチレン、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン、シス-1, 2-ジフルオロエチレン、1, 1-ジフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン、又は、モノフルオロエチレンである、
態様 15 又は 16 の冷凍サイクル装置。

[0559] [態様 18]

前記作動媒体は、前記冷媒成分としてジフルオロメタンを更に含む、
態様 15 ~ 17 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0560] [態様 19]

前記作動媒体は、飽和炭化水素を更に含む、
態様 15 ~ 18 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0561] [態様 20]

前記作動媒体は、前記エチレン系フルオロオレフィンの不均化反応を抑制する不均化抑制剤として、炭素数が 1 又は 2 のハロアルカンを含む、
態様 15 ~ 19 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0562] [態様 21]

前記飽和炭化水素は、n-プロパンを含む、
態様 19 の冷凍サイクル装置。

[0563] [態様 22]

不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログ

ラムであって、

前記コンピュータシステムに、前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1 状態又は前記作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて前記不均化反応の予兆を検知すると、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する処理を実行させる、

プログラム。

[0564] 態様 2 ～ 7、9 ～ 13、15 ～ 21 は、任意の要素であり、必須ではない。態様 2 ～ 7、9 ～ 13、15 ～ 21 は、態様 22 に適宜組み合わせることが可能である。

[0565] 上記実施の形態 1 及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。

[0566] [態様 31]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の圧縮機を制御する制御装置であって、

前記作動媒体は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含み、
前記制御装置は、

電源からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるように直流出力電力を出力するコンバータ回路、及び、前記直流出力電力に基づいて交流出力電力を前記電動機に出力するインバータ回路を含む駆動回路と、

前記直流出力電力を検出し、前記直流出力電力の電圧を示す検出電圧を出力する電圧検出器と、

前記検出電圧が前記第 1 電圧以下の第 2 電圧未満になると前記駆動回路の動作を停止又は制限する制御回路と、

を備える、

制御装置。

[0567] [態様 32]

前記駆動回路の動作の停止は、前記交流出力電力の出力の停止、前記直流出力電力の出力の停止、又は、前記入力電力の入力の停止の少なくとも一つ

を含む、

態様 3 1 の制御装置。

[0568] [態様 3 3]

前記駆動回路の動作の制限は、前記交流出力電力の振幅の設定値の低下、又は、前記交流出力電力の周波数の設定値の低下の少なくとも一方を含む、態様 3 1 又は 3 2 の制御装置。

[0569] [態様 3 4]

前記制御回路は、前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になった第 1 時間と前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になった第 2 時間との時間差に応じて、異なる方法で前記駆動回路の動作を停止又は制限する、態様 3 1 ～ 3 3 のいずれか一つの制御装置。

[0570] [態様 3 5]

前記制御回路は、前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になった回数に応じて、異なる方法で前記駆動回路の動作を停止又は制限する、態様 3 1 ～ 3 4 のいずれか一つの制御装置。

[0571] [態様 3 6]

前記制御回路は、

前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると前記交流出力電力の出力を停止し、

前記交流出力電力の出力の停止から第 1 待機時間が経過すると前記交流出力電力の出力を再開する、

態様 3 1 ～ 3 5 のいずれか一つの制御装置。

[0572] [態様 3 7]

前記制御回路は、前記第 1 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると、前記交流出力電力の出力を停止し、

前記交流出力電力の出力の停止から前記第 1 待機時間より長い第 2 待機時間が経過すると前記交流出力電力の出力を再開する、

態様 3 6 の制御装置。

[0573] [態様 3 8]

前記制御回路は、

前記第 2 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると、前記交流出力電力の出力を停止し、前記交流出力電力の振幅の設定値又は周波数の設定値の少なくとも一方を低下させ、

前記交流出力電力の出力の停止から前記第 2 待機時間より長い第 3 待機時間が経過すると、前記交流出力電力の振幅の設定値又は周波数の設定値の少なくとも一方を低下させたままで前記交流出力電力の出力を再開する、

態様 3 7 の制御装置。

[0574] [態様 3 9]

前記制御回路は、

前記第 3 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から監視時間の間前記検出電圧が前記第 2 電圧未満にならないと、前記交流出力電力の振幅の設定値又は周波数の設定値の少なくとも一方の低下を解除し

前記第 3 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から前記監視時間の経過前に前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると、前記交流出力電力の出力を停止し、前記直流出力電力の出力又は前記入力電力の入力の少なくとも一方を停止する、

態様 3 8 の制御装置。

[0575] [態様 4 0]

前記制御回路は、

前記第 1 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると、前記交流出力電力の出力を停止し、前記交流出力電力の振幅の設定値又は周波数の設定値の少なくとも一方を低下させ、

前記交流出力電力の出力の停止から第 4 待機時間が経過すると、前記交

流出力電力の振幅の設定値又は周波数の設定値の少なくとも一方を低下させたままで前記交流出力電力の出力を再開する、

態様 36 の制御装置。

[0576] [態様 4 1]

前記制御回路は、

前記第 4 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から監視時間の間前記検出電圧が前記第 2 電圧未満にならないれば、前記交流出力電力の振幅の設定値又は周波数の設定値の少なくとも一方の低下を解除し

前記第 4 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から前記監視時間の経過前に前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると、前記交流出力電力の出力を停止し、前記直流出力電力の出力又は前記入力電力の入力の少なくとも一方を停止する、

態様 40 の制御装置。

[0577] [態様 4 2]

前記制御回路は、前記第 1 待機時間の経過後の前記交流出力電力の出力の再開から所定時間が経過する前に前記検出電圧が前記第 2 電圧未満になると、前記交流出力電力の出力を停止し、前記直流出力電力の出力又は前記入力電力の入力の少なくとも一方を停止する、

態様 36 の制御装置。

[0578] [態様 4 3]

前記第 2 電圧は、前記定格電圧の 0.3 倍以上 0.8 倍以下である、
態様 31 ～ 42 のいずれか一つの制御装置。

[0579] [態様 4 4]

前記圧縮機は、

前記作動媒体の流路を構成する密閉容器と、

前記密閉容器内に位置し、前記作動媒体を圧縮する圧縮機構と、

前記密閉容器内に位置し、前記圧縮機構を動作させる電動機と、

を備え、

前記インバータ回路は、前記交流出力電力を前記電動機に出力する、
態様 3 1 ～ 4 3 のいずれか一つの制御装置。

[0580] [態様 4 5]

態様 3 1 ～ 4 4 のいずれか一つの制御装置と、
前記冷凍サイクル回路と、
を備える、
冷凍サイクル装置。

[0581] [態様 4 6]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の圧縮機を制御する制御装置で実行
される制御方法であって、

前記作動媒体は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含み、
前記制御装置は、電源からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるよ
うに直流出力電力を出力するコンバータ回路、及び、前記直流出力電力に基
づいて交流出力電力を前記電動機に出力するインバータ回路を含む駆動回路
を備え、

前記制御方法は、前記直流出力電力の電圧が前記第 1 電圧以下の第 2 電圧
未満であると、前記駆動回路の動作を停止又は制限する、
制御方法。

[0582] [態様 4 7]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の圧縮機を制御する制御装置が備え
るコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、

前記作動媒体は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含み、
前記制御装置は、電源からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧となるよ
うに直流出力電力を出力するコンバータ回路、及び、前記直流出力電力に基
づいて交流出力電力を前記電動機に出力するインバータ回路を含む駆動回路
を備え、

前記プログラムは、前記コンピュータシステムに、前記直流出力電力の電
圧が前記第 1 電圧以下の第 2 電圧未満であると、前記駆動回路の動作を停止

又は制限する、
プログラム。

[0583] 態様 3 2 ～ 4 4 は、任意の要素であり、必須ではない。態様 3 2 ～ 4 4 は、態様 4 6 又は 4 7 に適宜組み合わせることが可能である。また、態様 1 6 ～ 2 1 は、態様 4 ～ 4 7 に適宜組み合わせることが可能である。

[0584] 上記実施の形態 2 ～ 4 及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。

[0585] [態様 5 1]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の圧縮機を制御する制御装置であって、

前記作動媒体は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含み、
前記圧縮機は、

前記作動媒体の流路を構成する密閉容器と、

前記密閉容器内に位置し、前記作動媒体を圧縮する圧縮機構と、

前記密閉容器内に位置し、前記圧縮機構を動作させる電動機と、

を備え、

前記制御装置は、

前記電動機を駆動する駆動回路と、

前記密閉容器内の光を検知し、前記光の強度を出力する光検知装置と、

前記光の強度が前記光の閾値を超えると前記駆動回路の動作を停止又は制限する制御回路と、

を備える、

制御装置。

[0586] [態様 5 2]

前記光検知装置は、前記密閉容器内の光を検知する複数の光検知器を含み、

前記複数の光検知器は、前記密閉容器内において、前記電動機の回転軸の方向の第 1 端側と第 2 端側との少なくとも一方に配置される、

態様 5 1 の制御装置。

[0587] [態様 5 3]

前記圧縮機は、前記密閉容器内の光を前記密閉容器外に導く導光部材を含み、

前記光検知装置は、前記密閉容器外に配置され、前記導光部材によって導光された前記密閉容器内の光を検知する、

態様 5 1 の制御装置。

[0588] [態様 5 4]

前記光検知装置は、PN型フォトダイオード、PIN型フォトダイオード、又はアバランシェフォトダイオードの少なくとも1つを含む、

態様 5 1 ～ 5 3 のいずれか一つの制御装置。

[0589] [態様 5 5]

前記光は、600nm超過2000nm以下の波長を有する、

態様 5 1 ～ 5 4 のいずれか一つの制御装置。

[0590] [態様 5 6]

前記光の波長は、近赤外線の波長領域に含まれる、

態様 5 1 ～ 5 4 のいずれか一つの制御装置。

[0591] [態様 5 7]

前記光は、前記密閉容器内で発生した反応火球の波長領域に含まれる、

態様 5 1 ～ 5 4 のいずれか一つの制御装置。

[0592] [態様 5 8]

前記光は、200nm以上600nm以下の波長を有する、

態様 5 1 ～ 5 4 のいずれか一つの制御装置。

[0593] [態様 5 9]

前記光の波長は、近紫外線及び可視光線を含む波長領域に含まれる、

態様 5 1 ～ 5 4 のいずれか一つの制御装置。

[0594] [態様 6 0]

前記光は、前記密閉容器内で発生したプラズマの波長領域に含まれる、

態様 5 1 の制御装置。

[0595] [態様 6 1]

前記光の閾値は、前記電動機の定格駆動時に前記光検知装置から得られる前記光の強度の 3 倍以上である、

態様 5 1 ～ 6 0 のいずれか一つの制御装置。

[0596] [態様 6 2]

前記駆動回路は、

電源からの入力電力に基づいて直流出力電力を出力するコンバータ回路と、

前記直流出力電力に基づいて交流出力電力を前記電動機に出力するインバータ回路と、

を含み、

前記駆動回路の動作の停止は、前記交流出力電力の出力の停止、前記直流出力電力の出力の停止、又は、前記入力電力の入力の停止の少なくとも一つを含み、

前記駆動回路の動作の制限は、前記交流出力電力の振幅の設定値の低下、又は、前記交流出力電力の周波数の設定値の低下の少なくとも一方を含む、態様 5 1 ～ 6 1 のいずれか一つの制御装置。

[0597] [態様 6 3]

前記制御回路は、

前記光の強度が前記光の閾値を超えると前記駆動回路の動作を制限し、

前記駆動回路の動作の制限から監視時間が経過する前に前記光の強度が前記光の閾値以下の判定値を超えると前記駆動回路の動作を停止し、

前記駆動回路の動作の制限から前記監視時間が経過しても前記光の強度が前記判定値を超えなければ前記前記駆動回路の動作の制限を解除する、

態様 6 2 の制御装置。

[0598] [態様 6 4]

前記光は、600nm 超過 2000nm 以下の波長の第 1 光と、200nm

m以上600nm以下の波長の第2光とを含み、

前記制御回路は、

前記第1光の強度が前記第1光の閾値を超えた場合と前記第2光の強度が前記第2光の閾値を超えた場合とで、異なる方法で、前記駆動回路の動作を停止又は制限する、

態様51～63のいずれか一つの制御装置。

[0599] [態様65]

前記光は、600nm超過2000nm以下の波長の第1光と、200nm以上600nm以下の波長の第2光とを含み、

前記第1光の閾値は、第1閾値と、前記第1閾値より小さい第2閾値と、前記第2閾値より小さいが前記第1光の検知下限値より大きい第3閾値とを含み、

前記第2光の閾値は、第4閾値と、前記第4閾値より小さいが前記第2光の検知下限値より大きい第5閾値と、を含み、

前記制御回路は、

前記第1光の強度が前記第1閾値を超えると、前記駆動回路の動作を停止し、

前記第1光の強度が前記第2閾値を超え、かつ、前記第2光の強度が前記第5閾値を超えると、前記駆動回路の動作を停止させ、

前記第1光の強度が前記第3閾値を超え、かつ、前記第2光の強度が前記第4閾値を超えると、前記駆動回路の動作を停止させ、

前記第1光の強度が前記第3閾値を超え、かつ、前記第2光の強度が前記第5閾値を超えると、前記駆動回路の動作を制限し、

前記第1光の強度が前記第3閾値以下、かつ、前記第2光の強度が前記第5閾値を超えると、前記駆動回路の動作を制限する、

態様51～63のいずれか一つの制御装置。

[0600] [態様66]

態様51～65のいずれか一つの制御装置と、

前記冷凍サイクル回路と、
を備える、
冷凍サイクル装置。

[0601] [態様 6 7]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の圧縮機を制御する制御装置で実行される制御方法であって、

前記作動媒体は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含み、
前記圧縮機は、

前記作動媒体の流路を構成する密閉容器と、

前記密閉容器内に位置し、前記作動媒体を圧縮する圧縮機構と、

前記密閉容器内に位置し、前記圧縮機構を動作させる電動機と、

を備え、

前記制御装置は、前記電動機を駆動する駆動回路を備え、

前記制御方法は、前記密閉容器内の光の強度が前記光の閾値を超えると、
前記駆動回路の動作を停止又は制限させる、

制御方法。

[0602] [態様 6 8]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の圧縮機を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、

前記作動媒体は、冷媒成分としてエチレン系フルオロオレフィンを含み、
前記圧縮機は、

前記作動媒体の流路を構成する密閉容器と、

前記密閉容器内に位置し、前記作動媒体を圧縮する圧縮機構と、

前記密閉容器内に位置し、前記圧縮機構を動作させる電動機と、

を備え、

前記制御装置は、前記電動機を駆動する駆動回路を備え、

前記プログラムは、前記コンピュータシステムに、前記密閉容器内の光の強度が前記光の閾値を超えると、前記駆動回路の動作を停止又は制限させる

、
プログラム。

[0603] 態様 5 2 ～ 6 5 は、任意の要素であり、必須ではない。態様 5 2 ～ 6 5 は、態様 6 7 又は 6 8 に適宜組み合わせることが可能である。また、態様 1 6 ～ 2 1 は、態様 6 6 ～ 6 8 に適宜組み合わせることが可能である。

[0604] 上記実施の形態 5 及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。

[0605] [態様 7 1]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路と、
前記冷凍サイクル回路の内部に光を放射する光源装置と、
前記光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力する光検知装置と、
を備える、
冷凍サイクル装置。

[0606] [態様 7 2]

前記光源装置は、前記作動媒体に光を放射し、
前記光検知装置は、前記作動媒体を介して前記光を受け取る、
態様 7 1 の冷凍サイクル装置。

[0607] [態様 7 3]

前記光源装置は、前記冷凍サイクル回路の圧縮機内の前記作動媒体に前記光を放射する、
態様 7 2 の冷凍サイクル装置。

[0608] [態様 7 4]

前記圧縮機は、前記作動媒体の吸入管と、前記作動媒体の吐出管と、前記吸入管と前記吐出管との間にある電動機と、を備え、
前記光源装置は、前記電動機と前記吸入管との間の領域の前記作動媒体に前記光を放射する、
態様 7 3 の冷凍サイクル装置。

[0609] [態様 7 5]

前記光検知装置は、第 1 光検知器と、第 2 光検知器と、を備え、
前記第 1 光検知器の受光領域は前記第 2 光検知器の受光領域より大きい、
態様 7 1 ～ 7 4 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0610] [態様 7 6]

前記冷凍サイクル回路において、前記光源装置により前記光が放射される
部分よりも上流側に配置され、前記作動媒体内の気泡を除去又は細かくする
気泡除去機構を、更に備える、

態様 7 1 ～ 7 5 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0611] [態様 7 7]

前記光源装置は、波長帯域が異なる複数の前記光を放射し、
前記光検知装置は、前記複数の光を受け取り、受け取った前記複数の光の
強度をそれぞれ出力する、

態様 7 1 ～ 7 6 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0612] [態様 7 8]

前記冷凍サイクル回路の動作を制御する制御回路を更に備え、
前記制御回路は、前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件
を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、

態様 7 1 ～ 7 7 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0613] [態様 7 9]

前記制御回路は、前記光検知装置が前記光を受け取る期間の少なくとも一
部において、前記冷凍サイクル回路の圧縮機の回転数を、前記光検知装置が
前記光を受け取らない期間の前記回転数の最大値よりも低下させる、

態様 7 8 の冷凍サイクル装置。

[0614] [態様 8 0]

前記所定条件は、前記光の強度の指標値が、初期定格運転状態での前記光
の強度の指標値 9 5 % 以下であることである、

態様 7 8 又は 7 9 の冷凍サイクル装置。

[0615] [態様 8 1]

前記所定条件は、第 1 時点での前記光の強度の指標値に対する前記第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での光の強度の指標値の割合が 95%以下であることである、

態様 78 又は 79 の冷凍サイクル装置。

[0616] [態様 82]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路用の光検知回路であって、
前記冷凍サイクル回路の内部に光を放射する光源装置と、
前記光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力する光検知装置と、
を備える、
光検知回路。

[0617] [態様 83]

態様 82 の光検知回路と、
前記冷凍サイクル回路の動作を制御する制御回路と、
を備え、
前記制御回路は、前記光検知回路の前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
制御装置。

[0618] [態様 84]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置で実行される制御方法であって、
光検知装置により、前記冷凍サイクル回路の内部に放射された光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力し、
前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
制御方法。

[0619] [態様 85]

前記光検知装置は、第 1 光検知器と、第 2 光検知器と、を備え、

前記第 1 光検知器の受光領域は前記第 2 光検知器の受光領域より大きく、
前記制御方法は、前記第 1 光検知器から出力される前記光の強度と前記第 2 光検知器から出力される前記光の強度との差に基づいて、前記光検知装置から出力される前記光の強度の指標値を補正し、
補正された前記光の強度の指標値が前記所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
態様 8 4 の制御方法。

[0620] [態様 8 6]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、
光検知装置により、前記冷凍サイクル回路の内部に放射された光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力し、
前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
プログラム。

[0621] [態様 8 7]

前記光検知装置は、第 1 光検知器と、第 2 光検知器と、を備え、
前記第 1 光検知器の受光領域は前記第 2 光検知器の受光領域より大きく、
前記プログラムは、
前記第 1 光検知器から出力される前記光の強度と前記第 2 光検知器から出力される前記光の強度との差に基づいて、前記光検知装置から出力される前記光の強度の指標値を補正し、
補正された前記光の強度の指標値が前記所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
態様 8 6 のプログラム。

[0622] 態様 7 2 ～ 8 1 は、任意の要素であり、必須ではない。態様 7 2 ～ 8 1 は、態様 8 4 又は 8 6 に適宜組み合わせることが可能である。また、態様 1 6 ～ 2 1 は、態様 7 1 ～ 8 3 に適宜組み合わせることが可能である。

[0623] 上記実施の形態 6, 7 及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。

[0624] [態様 9 1]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路と、

前記冷凍サイクル回路内に前記作動媒体と接触可能に配置される蛍光体と

、

を備え、

前記蛍光体は、前記作動媒体の化学反応により生じる生成物と反応して、
蛍光波長又は量子収率の少なくとも一つが変化する性質を有する蛍光色素を含む、

冷凍サイクル装置。

[0625] [態様 9 2]

前記蛍光色素は、トリアリールフルオロシラン化合物を含む、

態様 9 1 の冷凍サイクル装置。

[0626] [態様 9 3]

前記蛍光色素は、アクセプター性基とドナー性基とが結合した構造を有する化合物であり、

前記アクセプター性基は、2 以上のアミノ基が 1 又は 2 のメチレン基を介して結合した構造を有する化合物、2 以上のピロール基又はインドール基が 2 つのメチレン基を介して結合した構造を有する化合物、ベンズアミド、ビスメチリジンヒドラジン、及び、カリックスアレーンからなる群から選択され、

前記ドナー性基は、アントラセン、ナフタルイミド、ピレン、ボディピー、フルオレセン、ローダミン、レゾルフィン、クマリン、及び、シアニンからなる群から選択される、

態様 9 1 の冷凍サイクル装置。

[0627] [態様 9 4]

前記蛍光体は、前記蛍光色素が溶解された冷凍機油である、

態様 9 1 ～ 9 3 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0628] [態様 9 5]

前記蛍光体は、前記蛍光色素を担持した支持体である、
態様 9 1 ～ 9 3 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0629] [態様 9 6]

前記支持体は、多孔体を含む、
態様 9 5 の冷凍サイクル装置。

[0630] [態様 9 7]

前記蛍光色素の励起波長に対応する波長を有する励起光を前記冷凍サイクル回路の内部に放射する光源装置と、
前記蛍光色素の前記蛍光波長に対応する波長の光を検知し、検知した光の強度を出力する光検知装置と、
を更に備える、
態様 9 1 ～ 9 6 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0631] [態様 9 8]

前記光源装置は、前記冷凍サイクル回路の圧縮機の内部又は吐出管と凝縮器との間の部分に前記励起光を放射する、
態様 9 7 の冷凍サイクル装置。

[0632] [態様 9 9]

前記冷凍サイクル回路の動作を制御する制御回路を備え、
前記制御回路は、前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
態様 9 7 又は 9 8 の冷凍サイクル装置。

[0633] [態様 1 0 0]

前記蛍光色素と前記生成物との反応は、前記蛍光波長の光の量の増加を引き起こし、
前記所定条件は、第 1 時点での前記光の強度の指標値に対する前記第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での前記光の強度の指標値の割合が 1 1 0 % 以

上であることである、

態様 99 の冷凍サイクル装置。

[0634] [態様 101]

前記蛍光色素と前記生成物との反応は、前記蛍光波長の光の量の低下を引き起こし、

前記所定条件は、第 1 時点での前記光の強度の指標値に対する前記第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での前記光の強度の指標値の割合が 90% 以下であることである、

態様 99 の冷凍サイクル装置。

[0635] [態様 102]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路用の光検知方法であって、

蛍光色素を含み、前記冷凍サイクル回路内に前記作動媒体と接触可能に配置される蛍光体に、前記蛍光色素の励起波長に対応する波長を有する励起光を放射し、

前記蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光を検知し、検知した光の強度を出力する、

光検知方法。

[0636] [態様 103]

作動媒体が循環し、蛍光色素を含む蛍光体が内部に存在する冷凍サイクル回路を制御する制御装置で実行される制御方法であって、

前記制御装置は、光検知装置を備え、

前記制御方法は、前記光検知装置により、前記蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光を検知し、検知した光の強度を出力し、

前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
制御方法。

[0637] [態様 104]

作動媒体が循環し、蛍光色素を含む蛍光体が内部に存在する冷凍サイクル回

路を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、

前記制御装置は、光検知装置を備え、

前記プログラムは、前記光検知装置により、前記蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光を検知し、検知した光の強度を出力し、

前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、

プログラム。

[0638] 態様 9 2 ~ 1 0 1 は、任意の要素であり、必須ではない。態様 9 2 ~ 1 0 1 は、態様 1 0 2 ~ 1 0 4 に適宜組み合わせることが可能である。また、態様 1 6 ~ 2 1 は、態様 9 1 ~ 1 0 1 に適宜組み合わせることが可能である。

[0639] 上記実施の形態 8, 9 及び変形例から明らかなように、本開示は、下記の態様を含む。

[0640] [態様 1 1 1]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路と、

前記冷凍サイクル回路内に前記作動媒体と接触可能に配置される吸光体と

、

を備え、

前記吸光体は、前記作動媒体の化学反応により生じる生成物と反応して、吸光度が変化する性質を有する色素を含む、

冷凍サイクル装置。

[0641] [態様 1 1 2]

前記色素は、ニッケル錯体を含む、

態様 1 1 1 の冷凍サイクル装置。

[0642] [態様 1 1 3]

前記色素は、芳香族置換基を有するホウ素化合物を含む、

態様 1 1 1 の冷凍サイクル装置。

[0643] [態様 1 1 4]

前記吸光体は、前記色素が溶解された冷凍機油である、
態様 1 1 1 ～ 1 1 3 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0644] [態様 1 1 5]

前記吸光体は、前記色素を担持した支持体である、
態様 1 1 1 ～ 1 1 3 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0645] [態様 1 1 6]

前記支持体は、多孔体を含む、
態様 1 1 5 の冷凍サイクル装置。

[0646] [態様 1 1 7]

前記冷凍サイクル回路の内部に前記色素の吸収波長を含む波長帯域の光
を放射する光源装置と、

前記光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力する光検知装置と、
を更に備える、

態様 1 1 1 ～ 1 1 6 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0647] [態様 1 1 8]

前記波長帯域は、前記色素の吸収極大波長を含む、
態様 1 1 7 の冷凍サイクル装置。

[0648] [態様 1 1 9]

前記光源装置は、波長帯域が異なる複数の前記光を放射し、
前記光検知装置は、前記複数の光を受け取り、受け取った前記複数の光の
強度を出力する、

態様 1 1 7 又は 1 1 8 の冷凍サイクル装置。

[0649] [態様 1 2 0]

前記光源装置は、前記冷凍サイクル回路の圧縮機の内部又は吐出管と凝縮
器との間の部分の少なくとも一方に前記光を放射する、

態様 1 1 7 ～ 1 1 9 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0650] [態様 1 2 1]

前記冷凍サイクル回路の動作を制御する制御回路を備え、

前記制御回路は、前記光検知回路の前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、

態様 1 1 7 ~ 1 2 0 のいずれか一つの冷凍サイクル装置。

[0651] [態様 1 2 2]

前記波長帯域は、前記色素と前記生成物との反応により前記色素の吸光度が低下する吸収波長を含み、

前記所定条件は、第 1 時点での前記光の強度の指標値に対する前記第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での前記光の強度の指標値の割合が 1 1 0 % 以上であることである、

態様 1 2 1 の冷凍サイクル装置。

[0652] [態様 1 2 3]

前記波長帯域は、前記色素と前記生成物との反応により前記色素の吸光度が増加する吸収波長を含み、

前記所定条件は、第 1 時点での前記光の強度の指標値に対する前記第 1 時点より所定時間後の第 2 時点での前記光の強度の指標値の割合が 9 0 % 以下であることである、

態様 1 2 1 の冷凍サイクル装置。

[0653] [態様 1 2 4]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路用の光検知方法であって、

色素を含み、前記冷凍サイクル回路内に前記作動媒体と接触可能に配置される吸光体に、光源装置により、前記色素の吸収波長を含む波長帯域の光を放射し、

光検知装置により、前記光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力し、

前記色素は、前記作動媒体の化学反応により生じる生成物と反応して、吸光度が変化する性質を有する、

異常検知方法。

[0654] [態様 1 2 5]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置で実行される制御方法であって、

色素を含み、前記冷凍サイクル回路内に前記作動媒体と接触可能に配置される吸光体に、前記色素の吸収波長を含む波長帯域の光を放射し、

色素の吸収波長を含む波長帯域の光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力し、

前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
制御方法。

[0655] [態様 1 2 6]

作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、

色素を含み、前記冷凍サイクル回路内に前記作動媒体と接触可能に配置される吸光体に、前記色素の吸収波長を含む波長帯域の光を放射し、

色素の吸収波長を含む波長帯域の光を受け取り、受け取った前記光の強度を出力し、

前記光検知装置から出力される前記光の強度が所定条件を満たした場合に、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
プログラム。

[0656] 態様 1 1 2 ～ 1 2 3 は、任意の要素であり、必須ではない。態様 1 1 2 ～ 1 2 3 は、態様 1 2 4 ～ 1 2 6 に適宜組み合わせることが可能である。また、態様 1 6 ～ 2 1 は、態様 1 1 1 ～ 1 2 3 に適宜組み合わせることが可能である。

産業上の利用可能性

[0657] 本開示は、制御方法、制御装置、冷凍サイクル装置、及びプログラムに適用可能である。具体的には、不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路のための制御方法、当該冷凍サイクル回路の

ための制御装置、当該冷凍サイクル回路及び当該制御装置を含む冷凍サイクル装置、及び、当該制御装置で用いられるプログラム（コンピュータプログラム）に、本開示は適用可能である。

符号の説明

- [0658] 1, 1 A, 1 B, 1 C, 1 E 冷凍サイクル装置
- 2, 2 A, 2 B, 2 C, 2 E 冷凍サイクル回路
- 3, 3 A, 3 B, 3 C, 3 D, 3 E, 3 F, 3 G, 3 H, 3 I 制御装置
- 4 圧縮機
- 1 0 電源
- 2 0 作動媒体
- 3 1 駆動回路
- 3 2 電圧検出器
- 3 2 A 光検知装置
- 3 2 2 B, 3 2 2 C, 3 2 2 E 光検知装置
- 3 5, 3 5 A, 3 5 B, 3 5 C, 3 5 E, 3 5 G 制御回路
- 3 1 1 コンバータ回路
- 3 1 2 インバータ回路

請求の範囲

- [請求項1] 不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路の制御方法であって、
- 前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第1状態又は前記作動媒体に関する第2状態の少なくとも一方に基づいて前記不均化反応の予兆を検知すると、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する、
- 制御方法。
- [請求項2] 前記第2状態は、前記冷凍サイクル回路の一部での前記作動媒体の温度〔K〕であり、
- 前記不均化反応の予兆は、前記冷凍サイクル回路の前記一部での前記作動媒体の温度〔K〕が、定格運転時の温度範囲における最大値〔K〕に比べて10倍以上になることである、
- 請求項1の制御方法。
- [請求項3] 前記第2状態は、前記冷凍サイクル回路の一部での前記作動媒体の温度〔K〕であり、
- 前記不均化反応の予兆は、前記冷凍サイクル回路の前記一部での前記作動媒体の温度〔K〕が、2000K以上になることである、
- 請求項1の制御方法。
- [請求項4] 前記第2状態に基づいて前記圧縮機での前記作動媒体の発光回数を決定することを含み、
- 前記不均化反応の予兆は、前記作動媒体の発光回数が所定回数以上となることである、
- 請求項1の制御方法。
- [請求項5] 前記第2状態に基づいて前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定することを含み、
- 前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の増加量が所定量以上となることである、

請求項 1 の制御方法。

[請求項6] 前記生成物は、中間生成物又は最終生成物の少なくとも一つを含み、
前記中間生成物は、熱力学的に不安定な化学種であり、
前記最終生成物は、熱力学的に安定な化学種である、
請求項 5 の制御方法。

[請求項7] 前記第 1 状態に基づいて前記圧縮機での放電現象の発生回数を決定
することを含み、
前記不均化反応の予兆は、前記放電現象の発生回数が所定回数以上
となることである、
請求項 1 の制御方法。

[請求項8] 不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サ
イクル回路を制御する制御装置であって、
前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路と、
前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1
状態又は前記作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて
前記不均化反応の予兆を検知すると、前記冷凍サイクル回路の動作を
停止又は制限する制御回路と、
を備える、
制御装置。

[請求項9] 前記駆動回路は、電源からの入力電力に基づいて電圧が第 1 電圧と
なるように直流出力電力を出力するコンバータ回路、及び、前記直流
出力電力に基づいて交流出力電力を前記冷凍サイクル回路の圧縮機に
出力するインバータ回路を含み、
前記制御装置は、前記直流出力電力を検出し、前記直流出力電力の
電圧を示す検出電圧を前記第 1 状態として出力する電圧検出器を備え
、
前記制御回路は、前記検出電圧が前記第 1 電圧以下の第 2 電圧未満

になった回数により前記圧縮機での放電現象の発生回数を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記放電現象の発生回数が所定回数以上となることである、

請求項 8 の制御装置。

[請求項10]

前記制御装置は、前記冷凍サイクル回路の圧縮機の密閉容器内の光を検知し、前記光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光の強度が前記光の閾値を超えた回数により前記圧縮機での前記作動媒体の発光回数を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記作動媒体の発光回数が所定回数以上となることである、

請求項 8 の制御装置。

[請求項11]

前記制御装置は、前記冷凍サイクル回路の内部を通して光を受け取り、受け取った前記光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光の強度に基づいて前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の増加量が所定量以上となることである、

請求項 8 の制御装置。

[請求項12]

前記冷凍サイクル回路は、蛍光色素を含む蛍光体を備え、

前記制御装置は、前記蛍光色素の蛍光波長に対応する波長の光を検知し、検知した光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光検知装置から出力される前記光の強度に基づいて前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生

成物の増加量が所定量以上となることである、

請求項 8 の制御装置。

[請求項13]

前記冷凍サイクル回路は、色素を含む吸光体を備え、

前記制御装置は、前記色素の吸収波長を含む波長帯域の光を受け取り、受け取った前記光の強度を前記第 2 状態として出力する光検知装置を備え、

前記制御回路は、前記光検知装置から出力される前記光の強度に基づいて前記不均化反応により前記作動媒体から生じた生成物の量の指標値を決定し、

前記不均化反応の予兆は、前記生成物の量又は所定期間内の前記生成物の増加量が所定量以上となることである、

請求項 8 の制御装置。

[請求項14]

請求項 8 ～ 1 3 のいずれか一つの制御装置と、

前記冷凍サイクル回路と、

を備える、

冷凍サイクル装置。

[請求項15]

前記冷媒成分は、エチレン系フルオロオレフィンを含む、

請求項 1 4 の冷凍サイクル装置。

[請求項16]

前記エチレン系フルオロオレフィンは、不均化反応が生じるエチレン系フルオロオレフィンを含む、

請求項 1 5 の冷凍サイクル装置。

[請求項17]

前記エチレン系フルオロオレフィンは、1, 1, 2-トリフルオロエチレン、トランス-1, 2-ジフルオロエチレン、シス-1, 2-ジフルオロエチレン、1, 1-ジフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン、又は、モノフルオロエチレンである、

請求項 1 5 の冷凍サイクル装置。

[請求項18]

前記作動媒体は、前記冷媒成分としてジフルオロメタンを更に含む、

請求項 15 の冷凍サイクル装置。

[請求項19] 前記作動媒体は、飽和炭化水素を更に含む、
請求項 15 の冷凍サイクル装置。

[請求項20] 前記作動媒体は、前記エチレン系フルオロオレフィンの不均化反応を抑制する不均化抑制剤として、炭素数が 1 又は 2 のハロアルカンを含む、

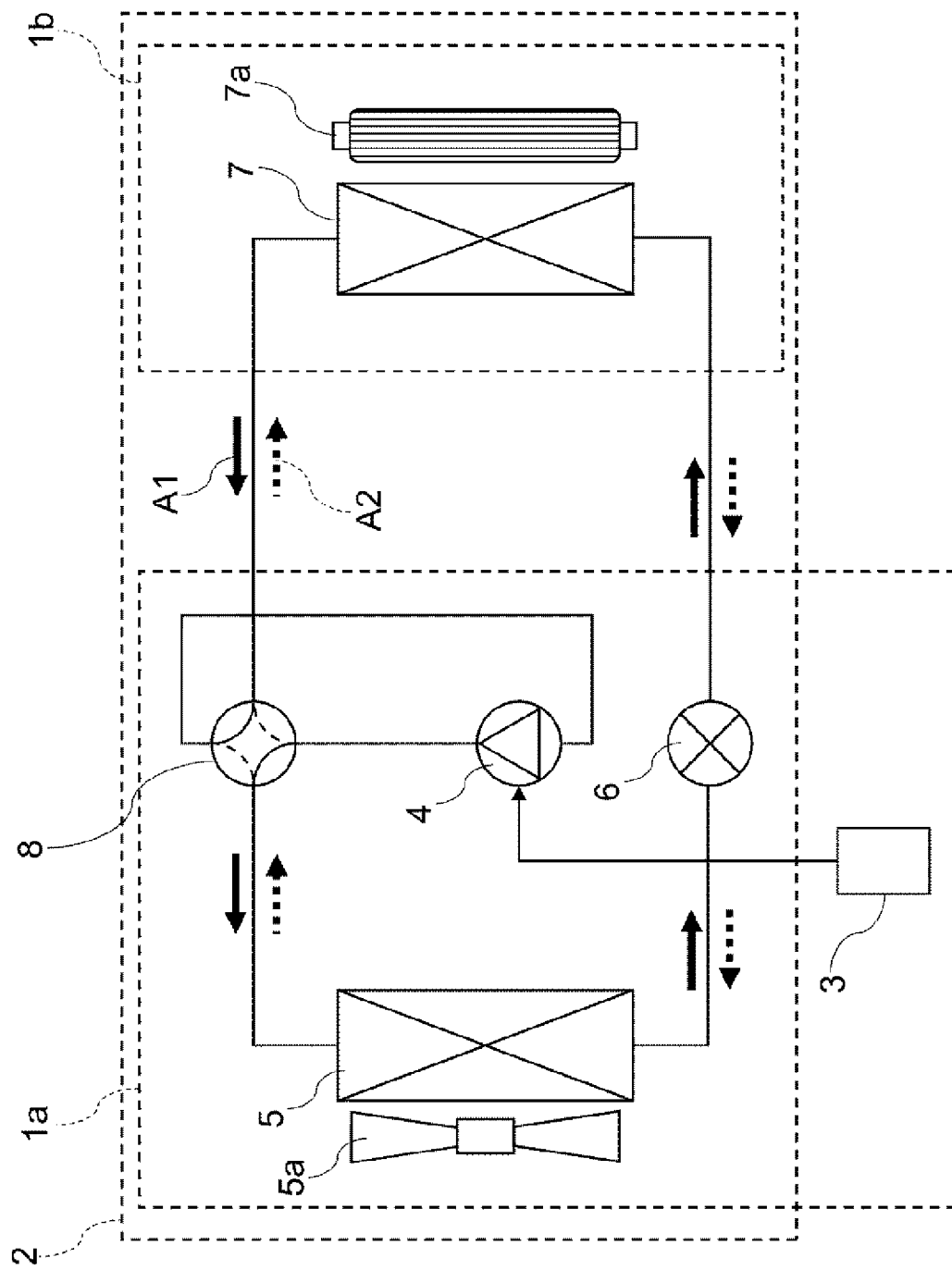
請求項 15 の冷凍サイクル装置。

[請求項21] 前記飽和炭化水素は、n-プロパンを含む、
請求項 19 の冷凍サイクル装置。

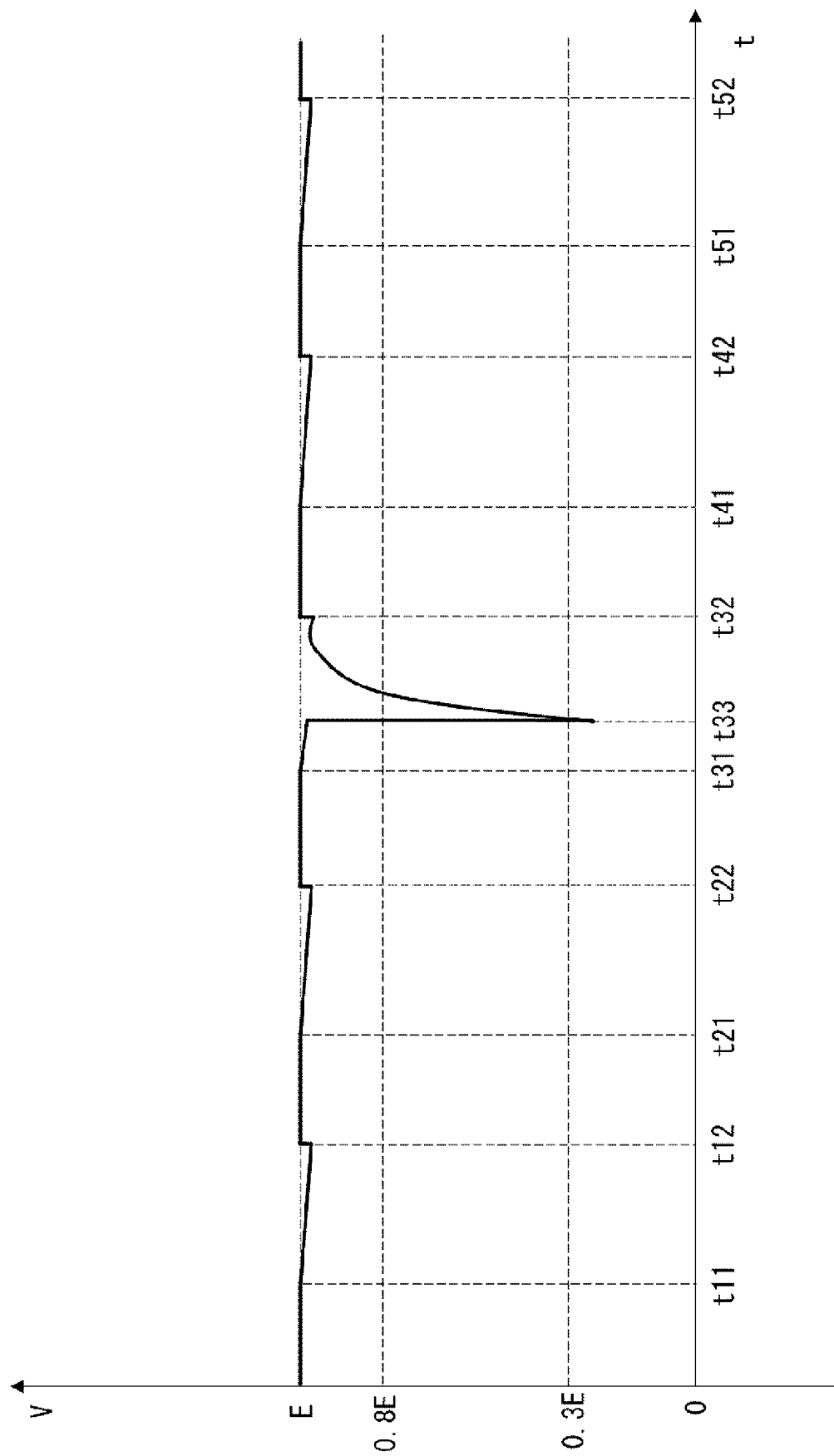
[請求項22] 不均化反応が起こり得る冷媒成分を含む作動媒体が循環する冷凍サイクル回路を制御する制御装置が備えるコンピュータシステムで実行されるプログラムであって、

前記コンピュータシステムに、前記冷凍サイクル回路の圧縮機を駆動する駆動回路に関する第 1 状態又は前記作動媒体に関する第 2 状態の少なくとも一方に基づいて前記不均化反応の予兆を検知すると、前記冷凍サイクル回路の動作を停止又は制限する処理を実行させる、
プログラム。

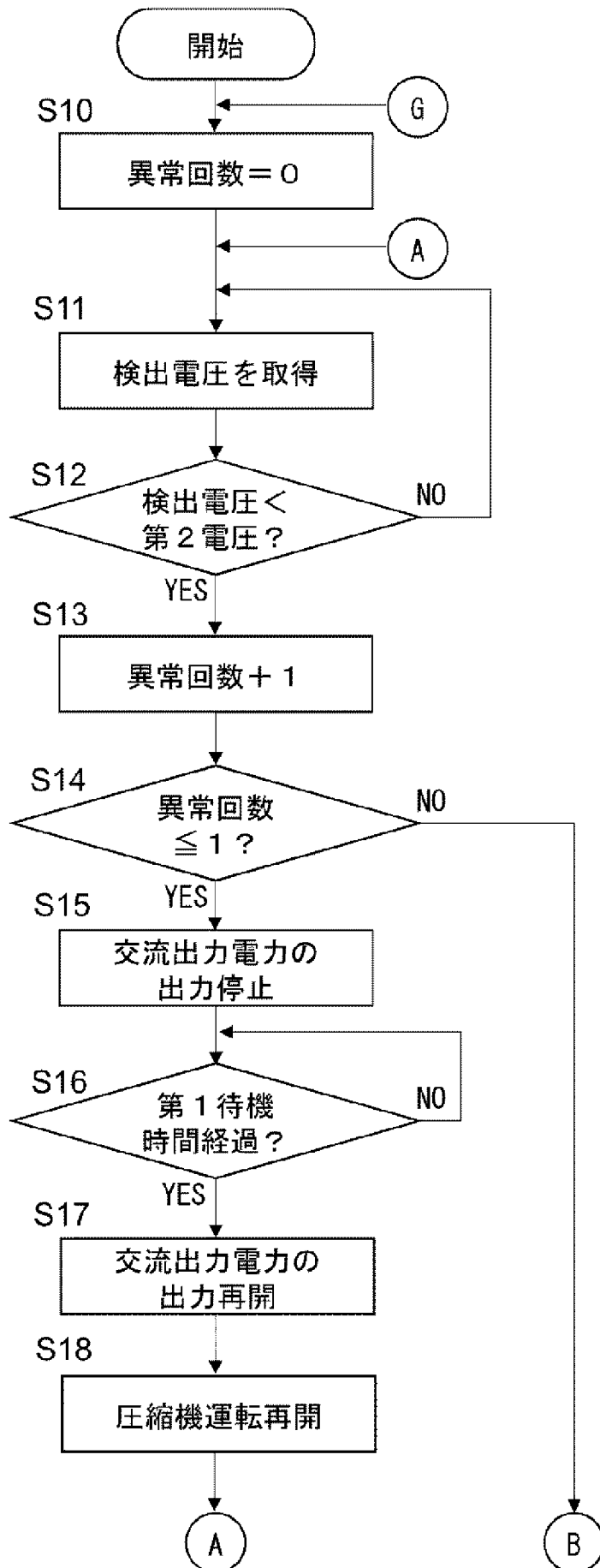
[図1]



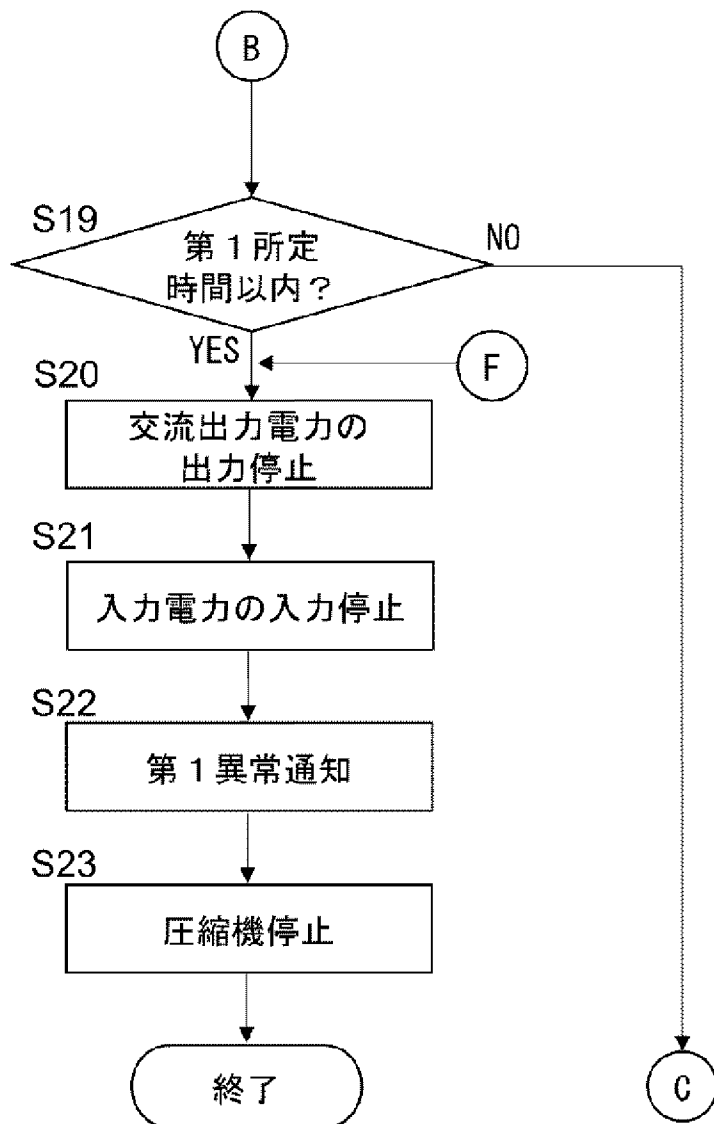
[図3]



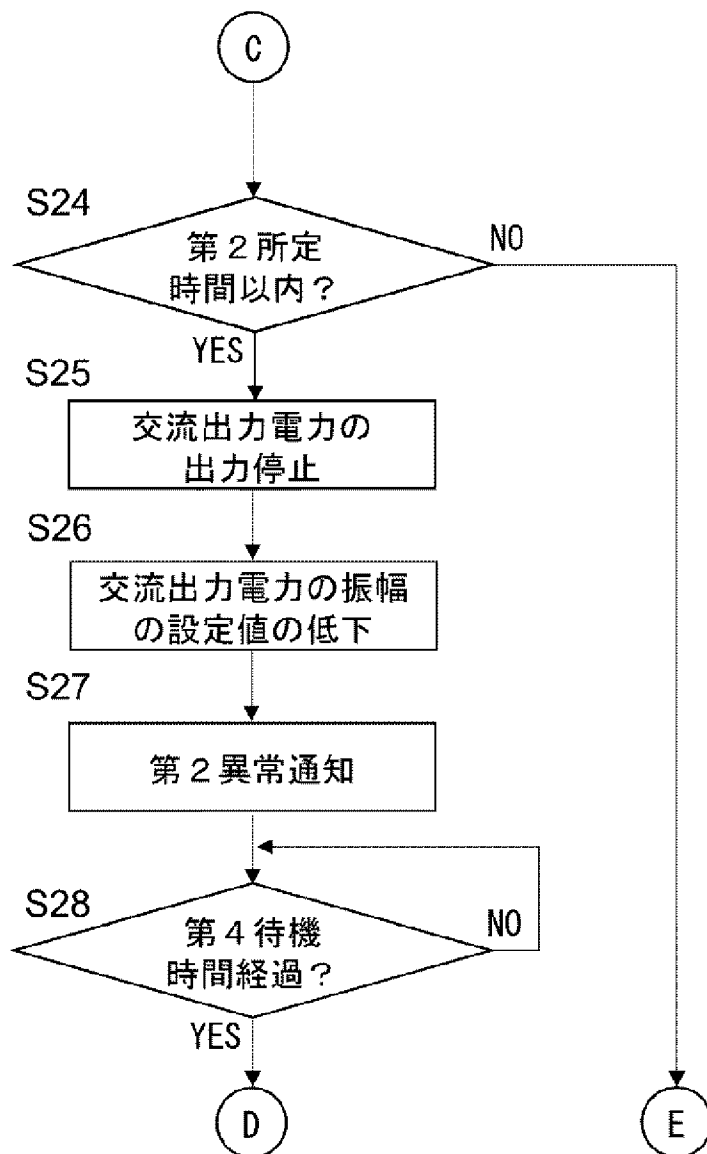
[図4]



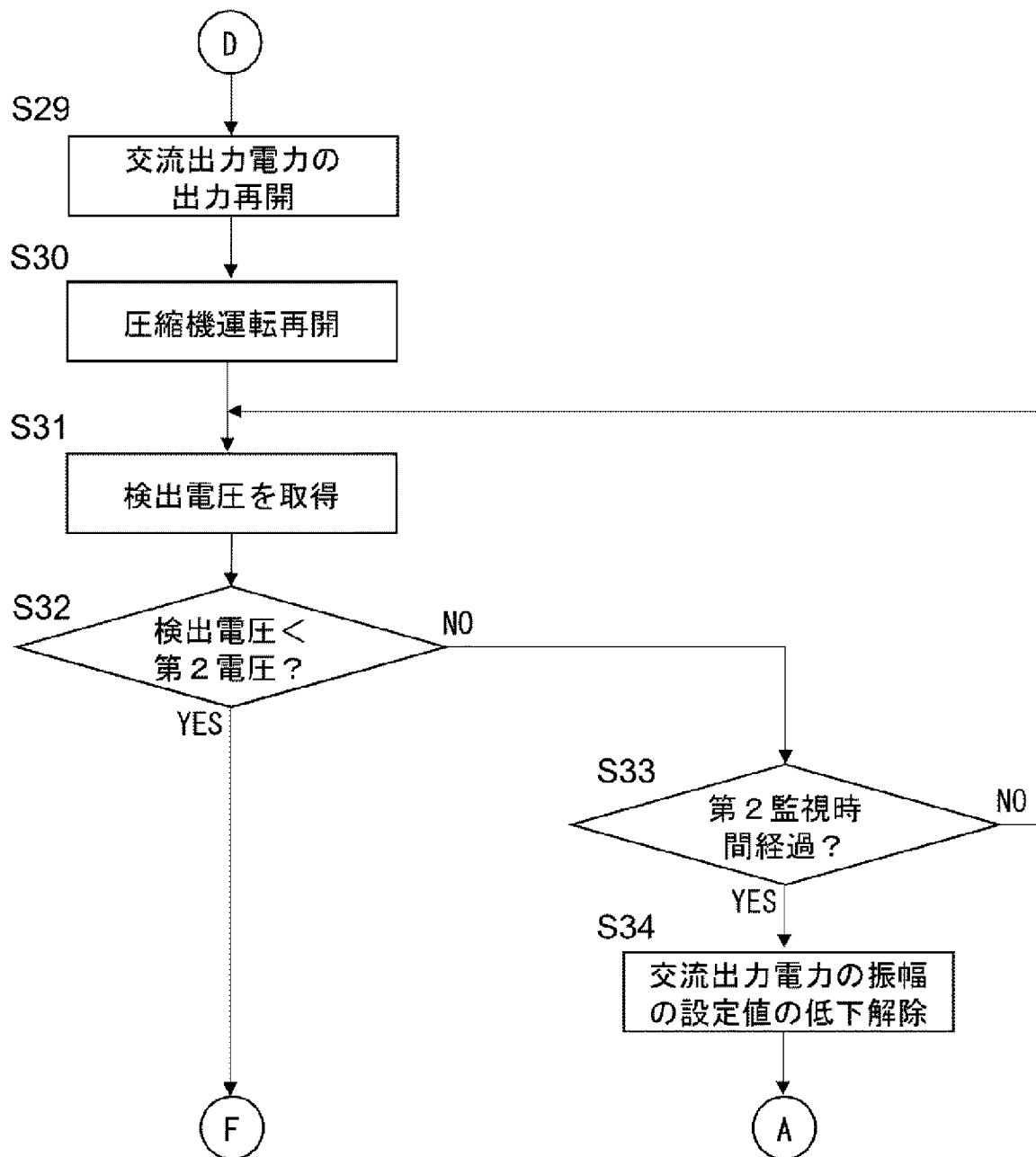
[図5]



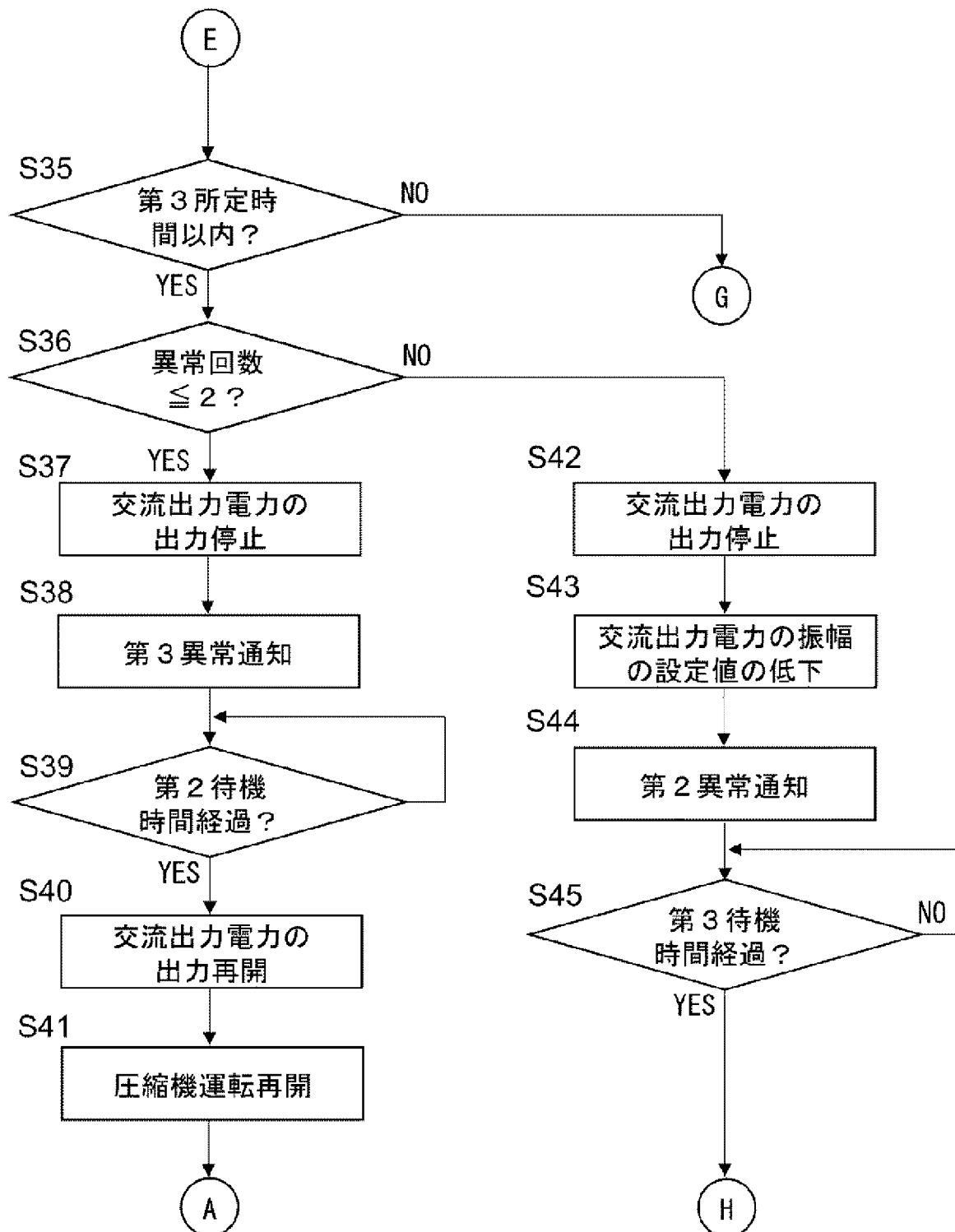
[図6]



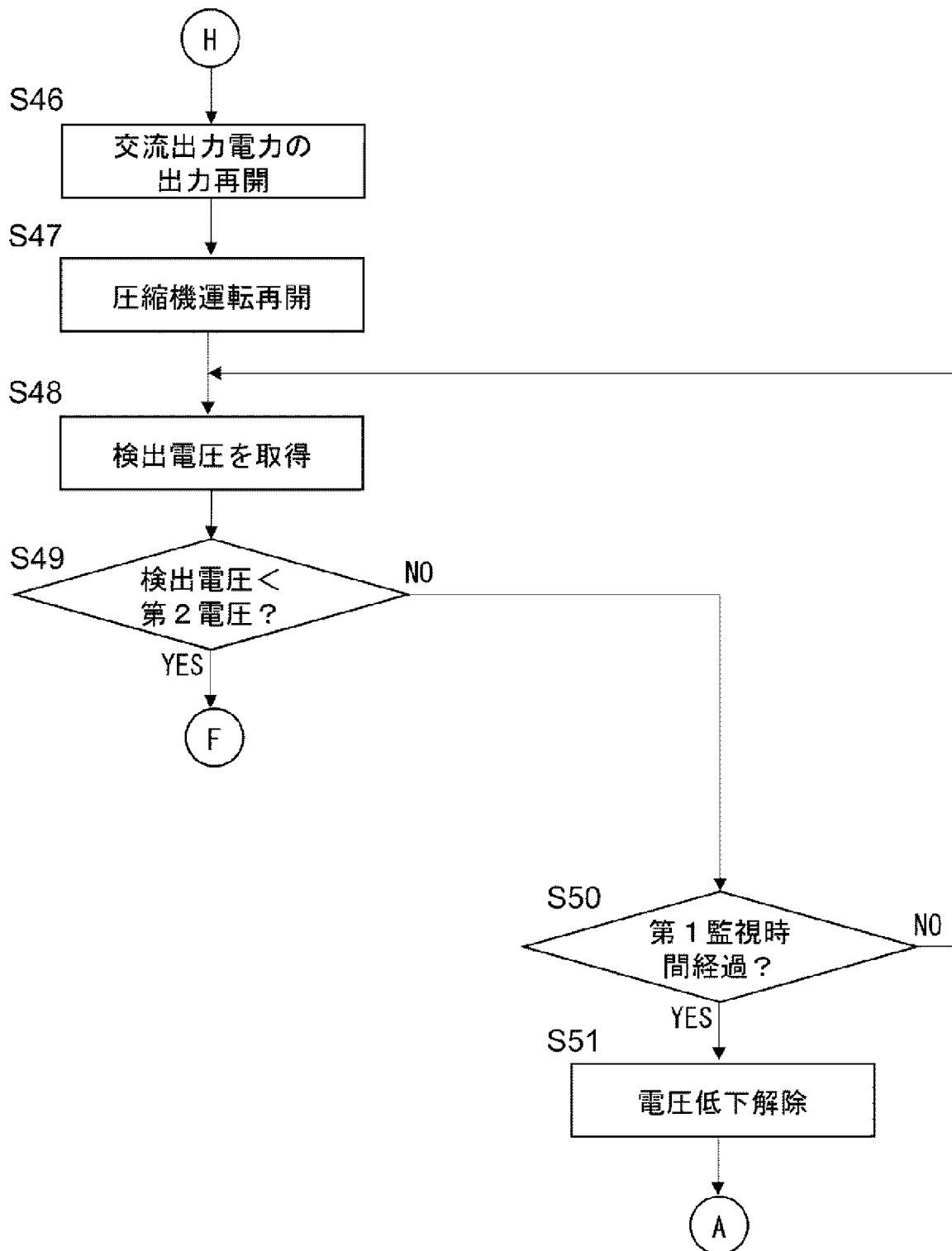
[図7]



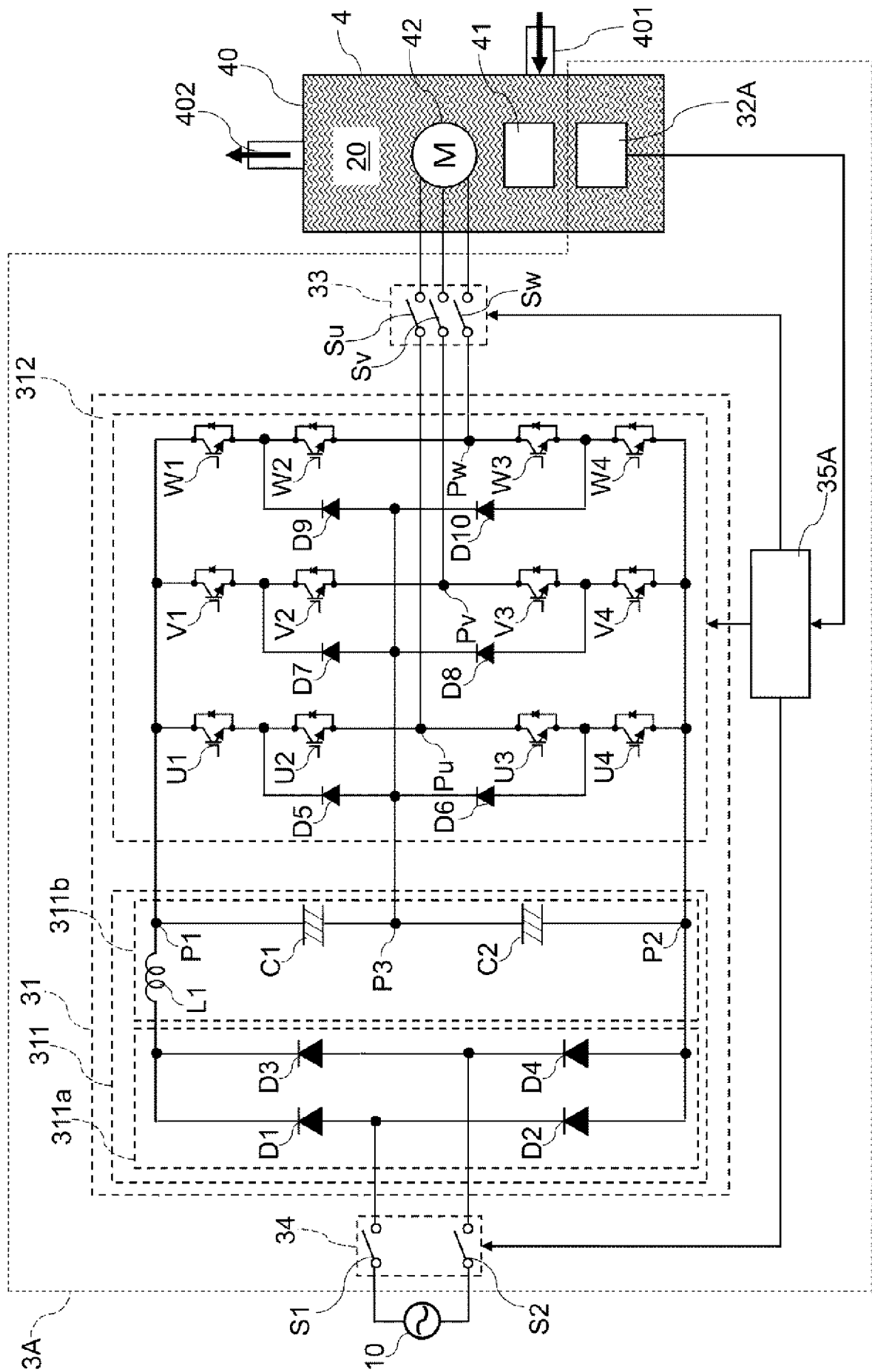
[図8]



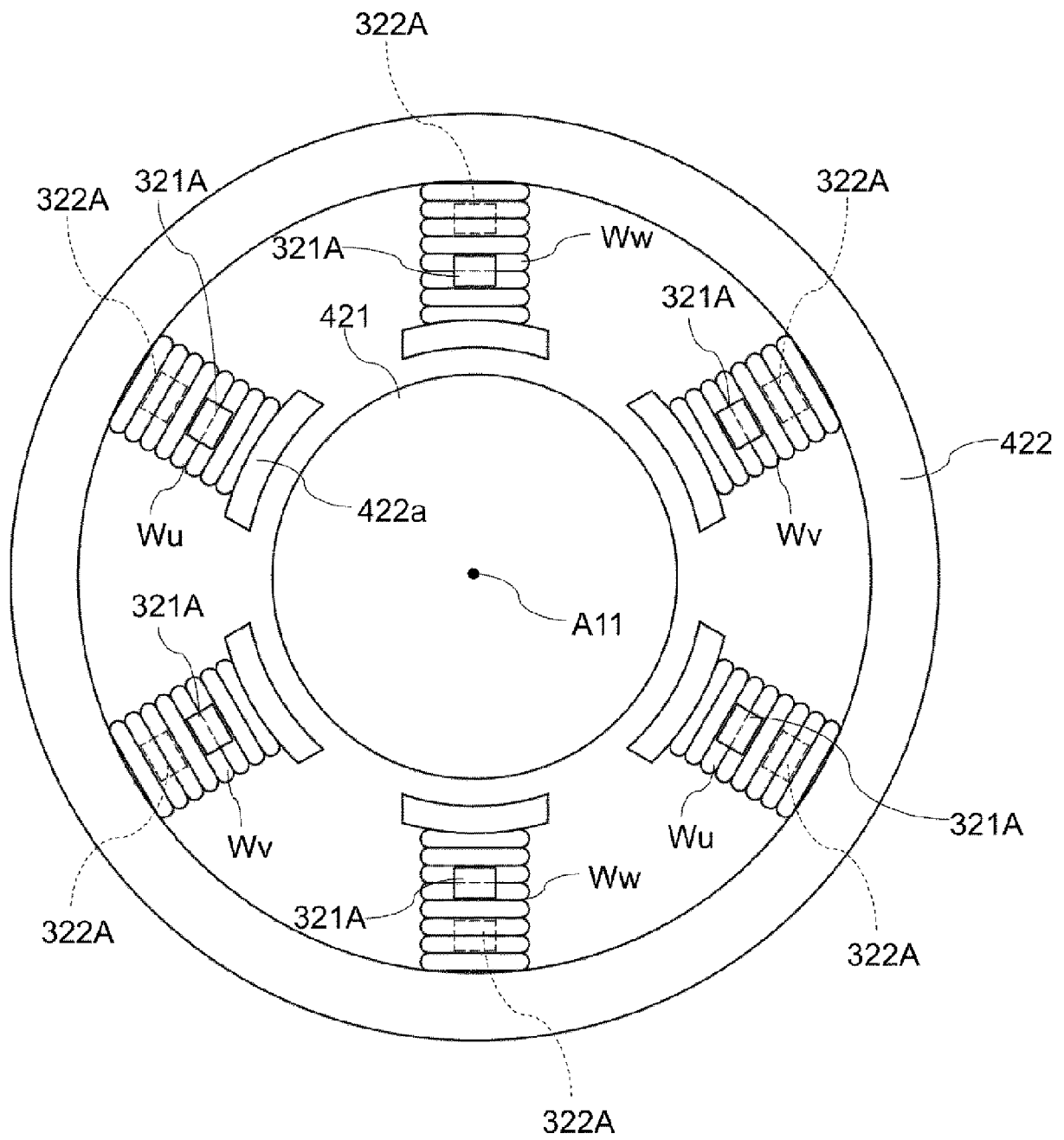
[図9]



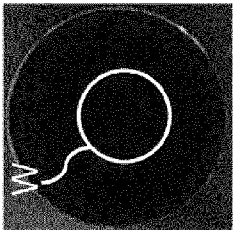
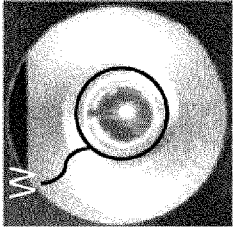
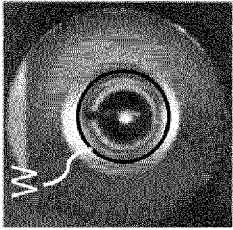
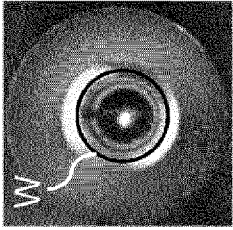
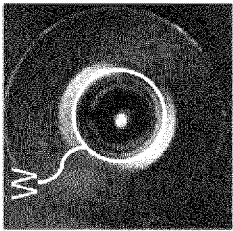
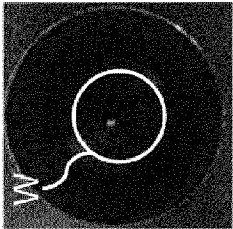
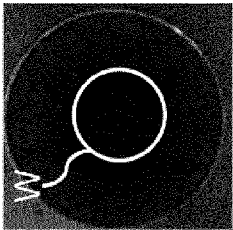
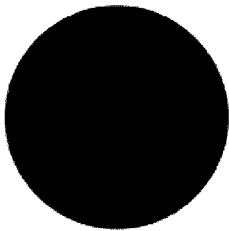
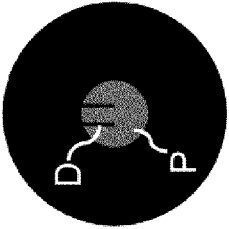
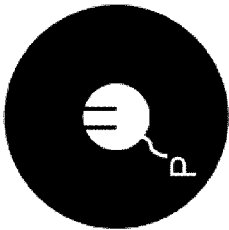
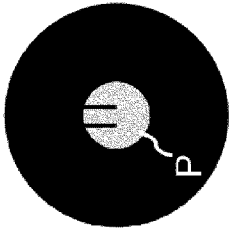
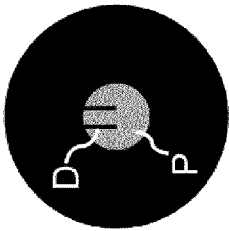
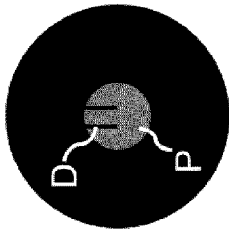
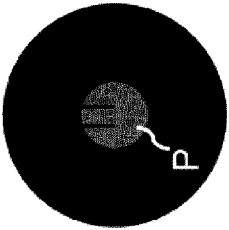
[図10]



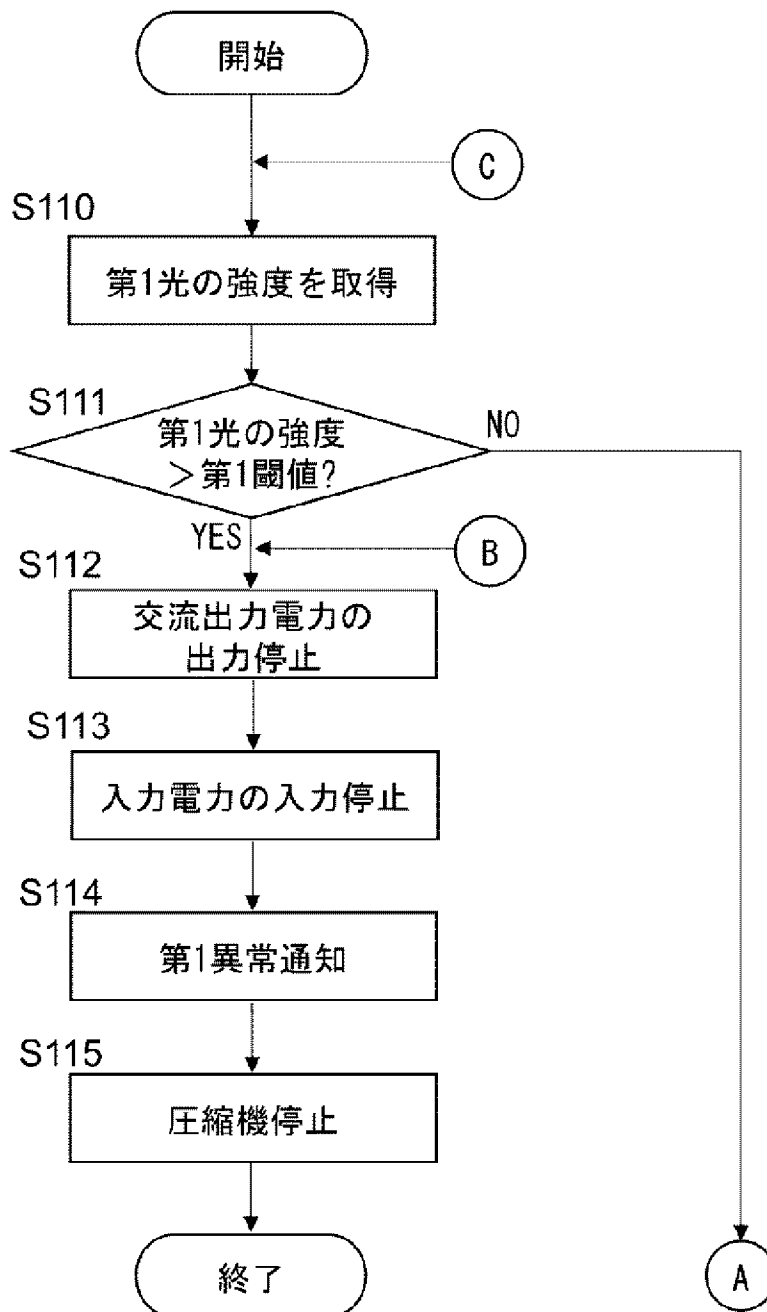
[図11]



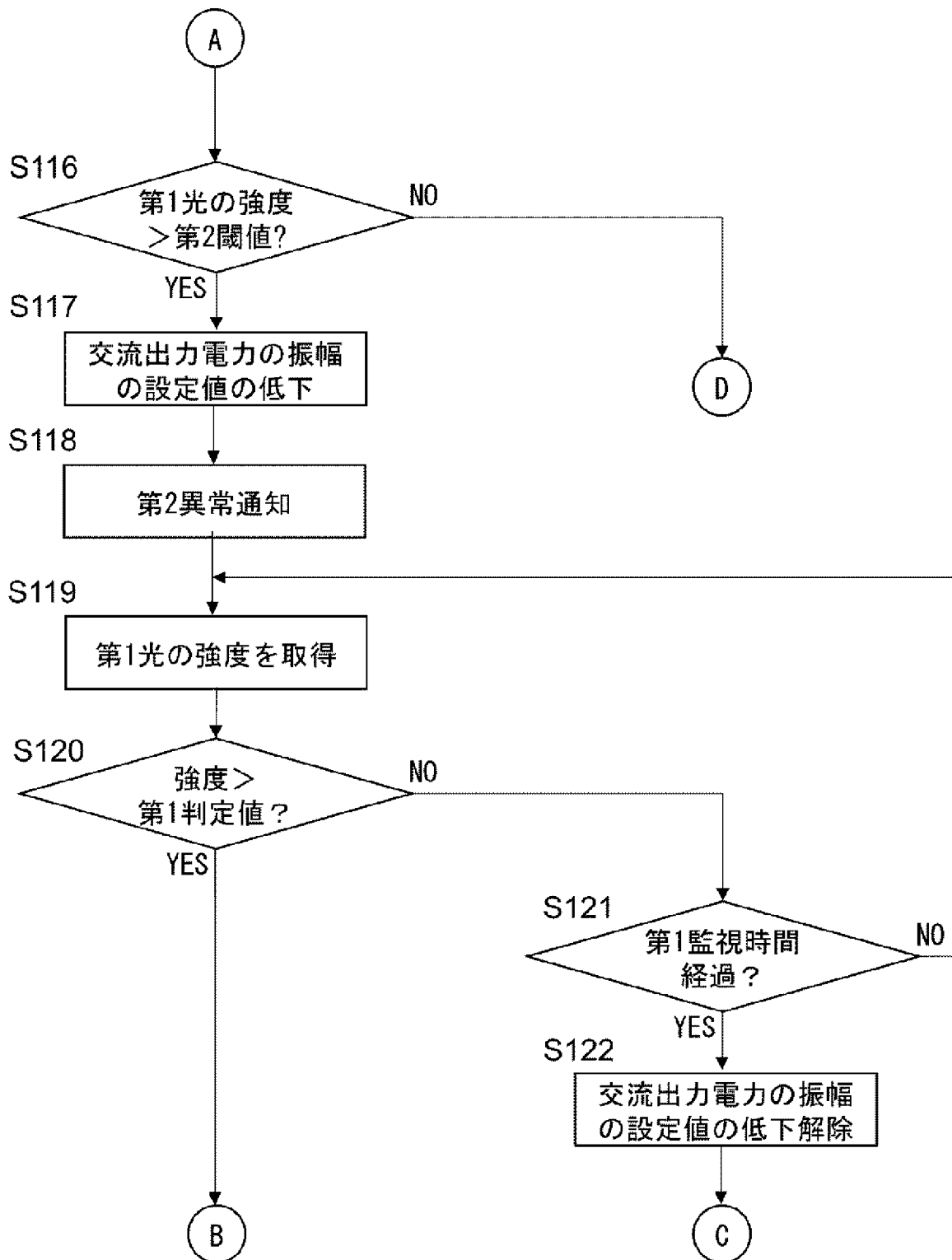
[図12]

時間							
	-4 ms	0 ms	4 ms	8 ms	12 ms	100 ms	1000 ms
画像							
模式図							

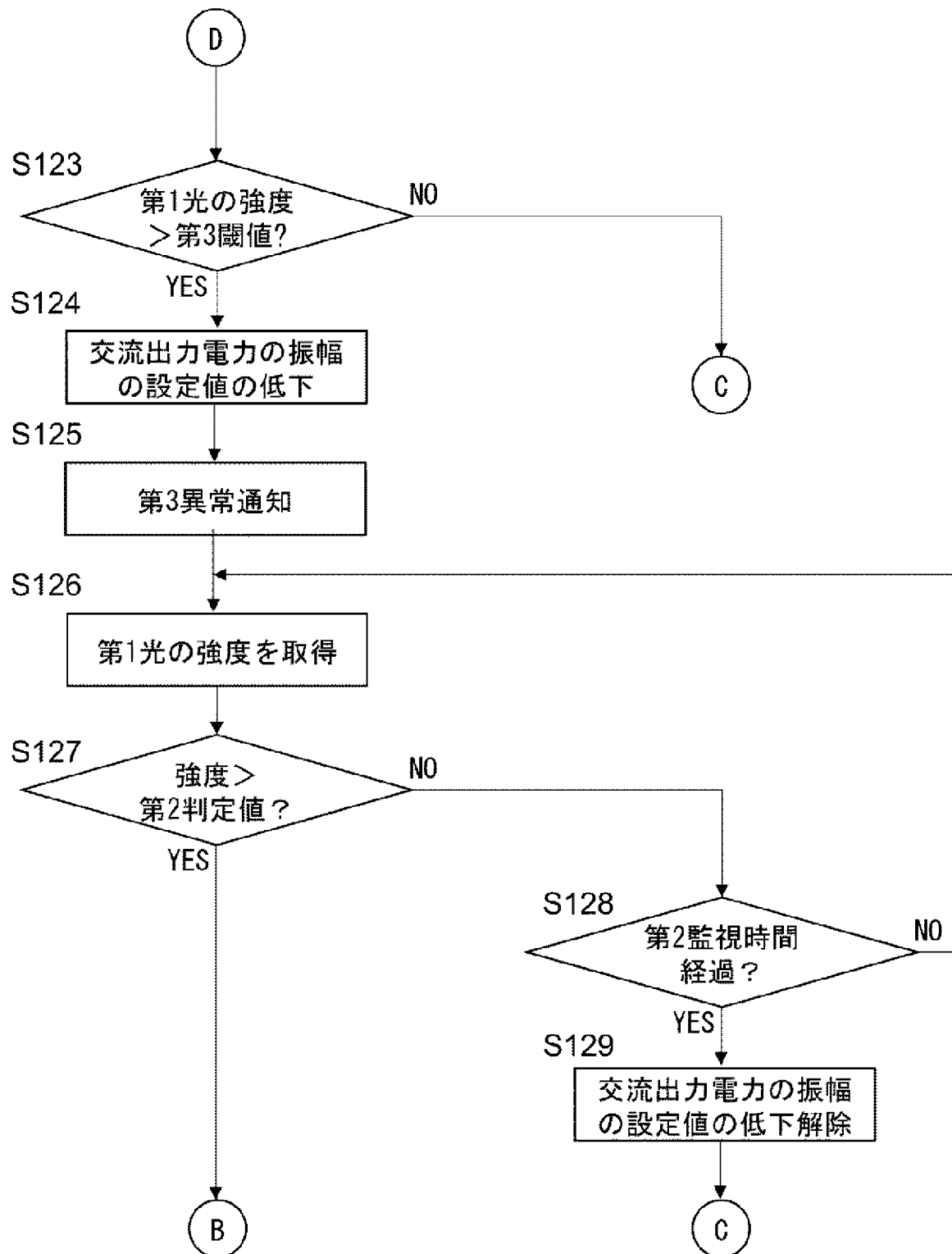
[図13]



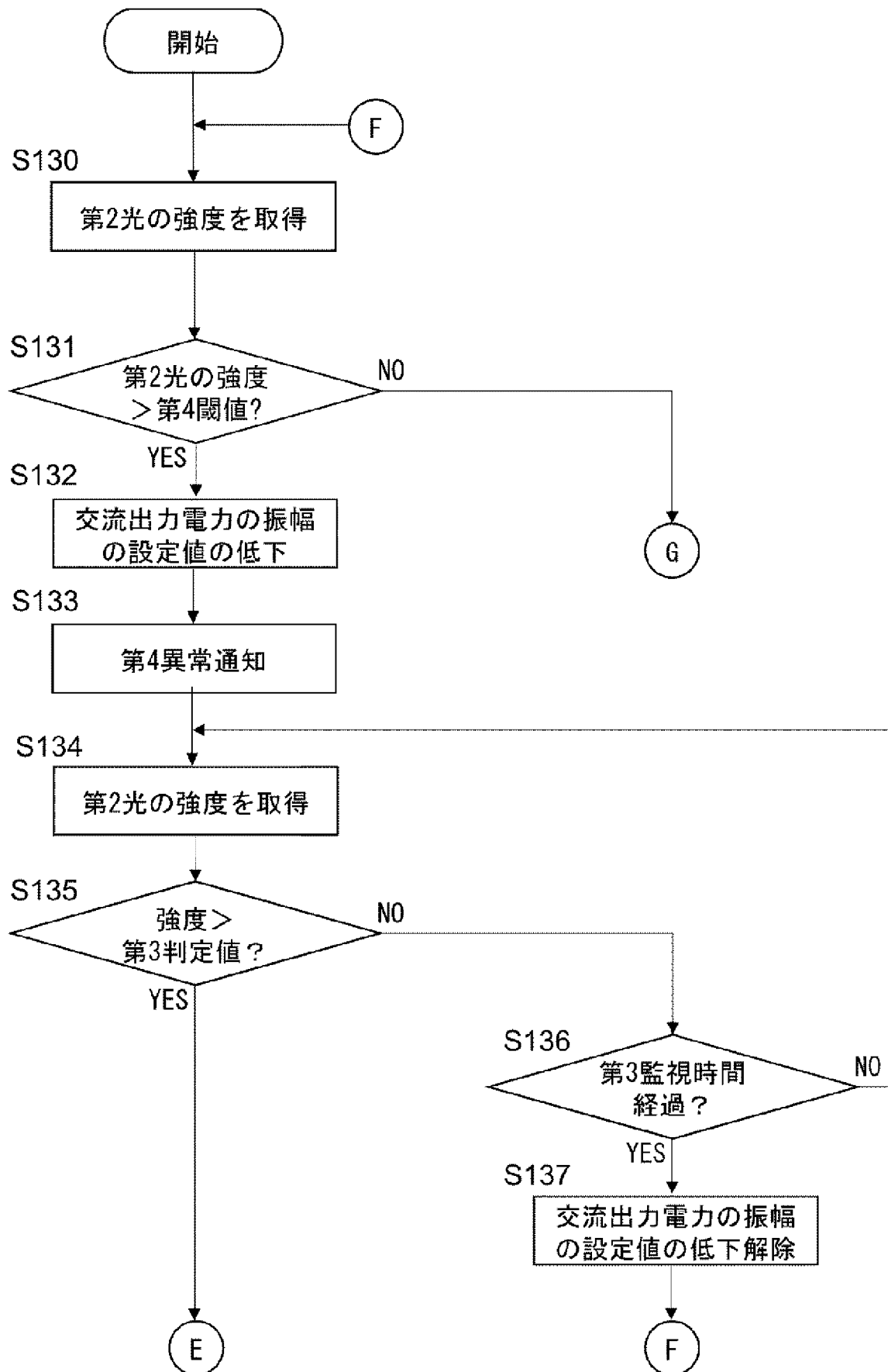
[図14]



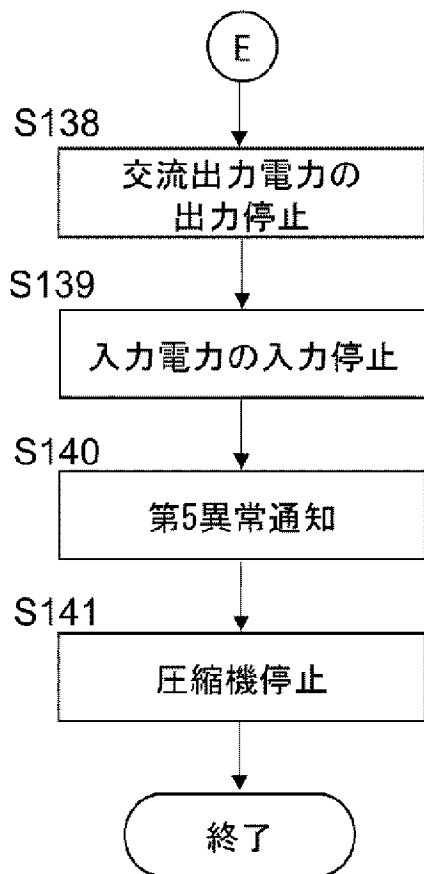
[図15]



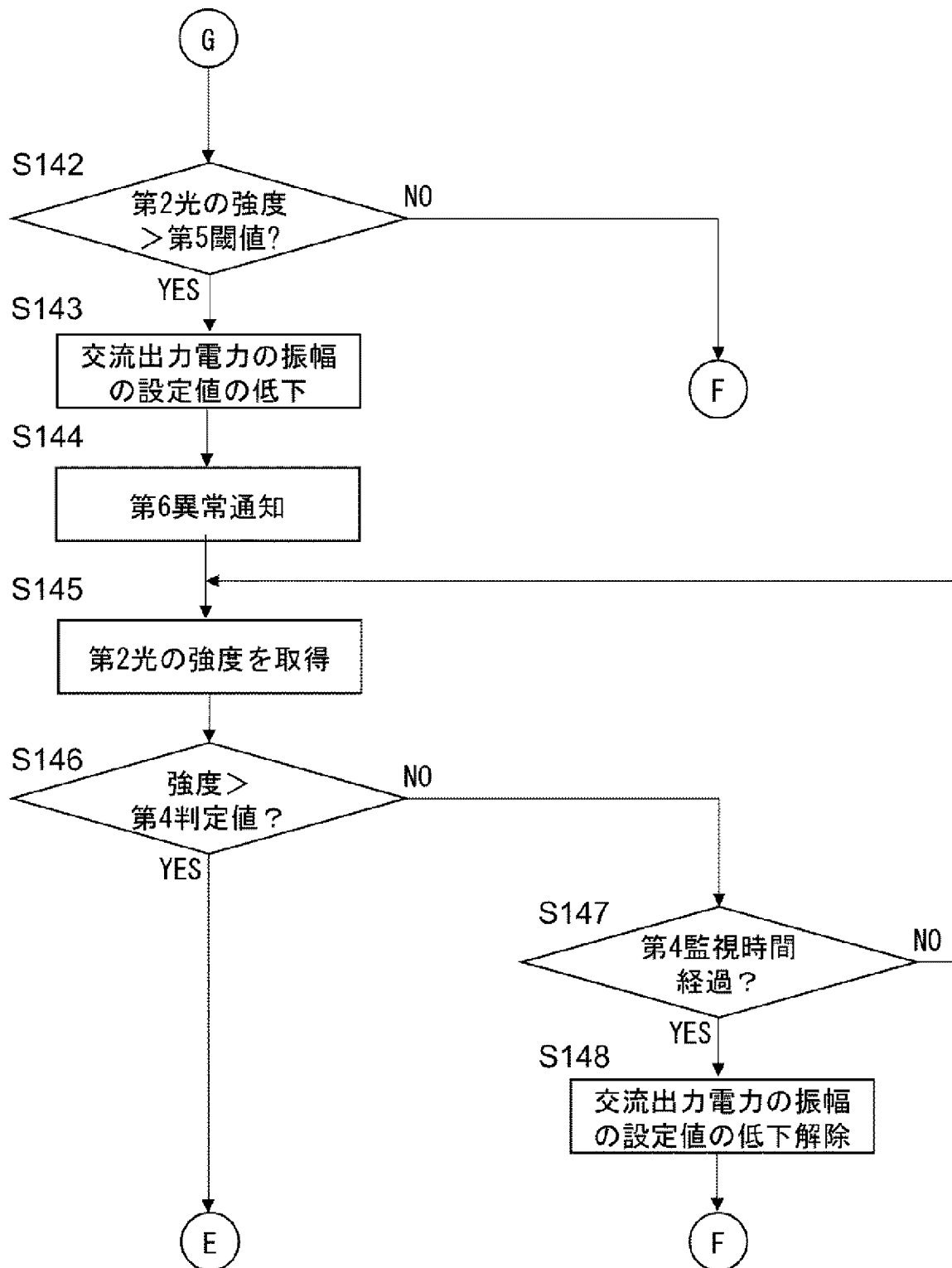
[図16]



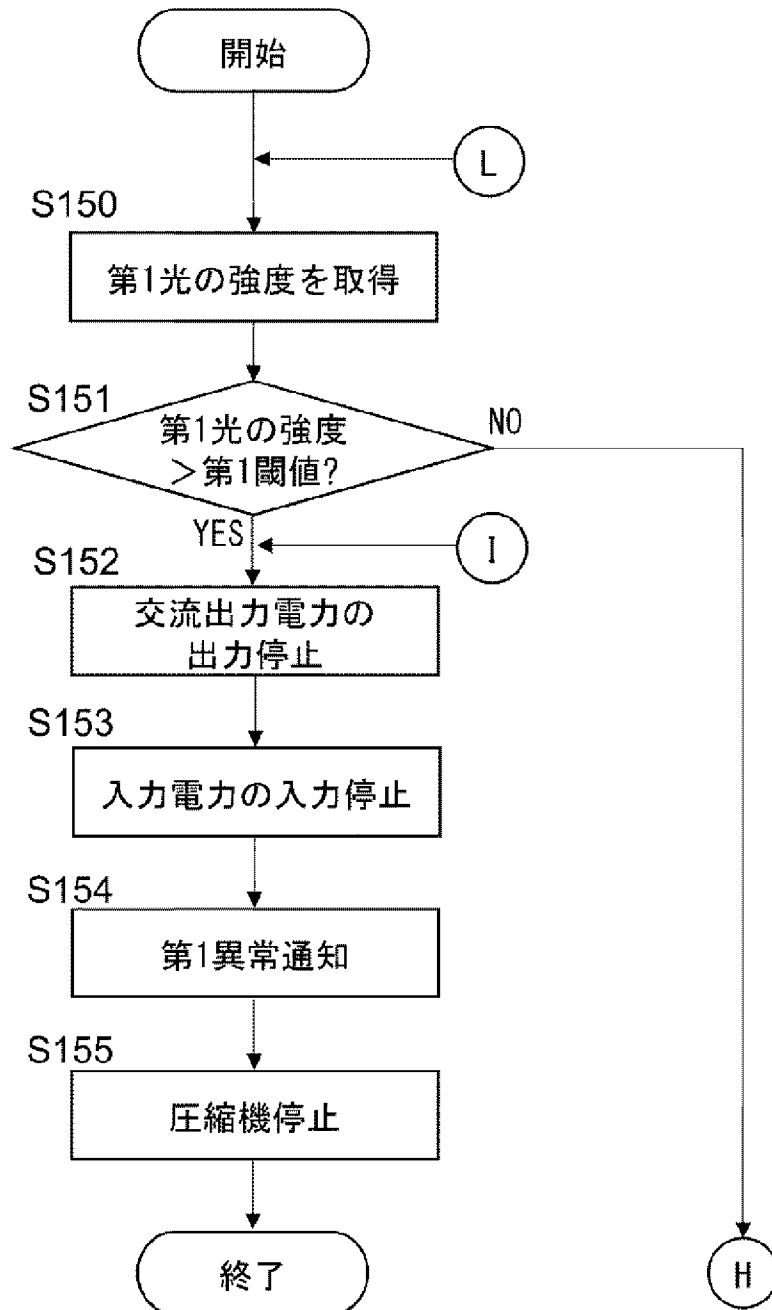
[図17]



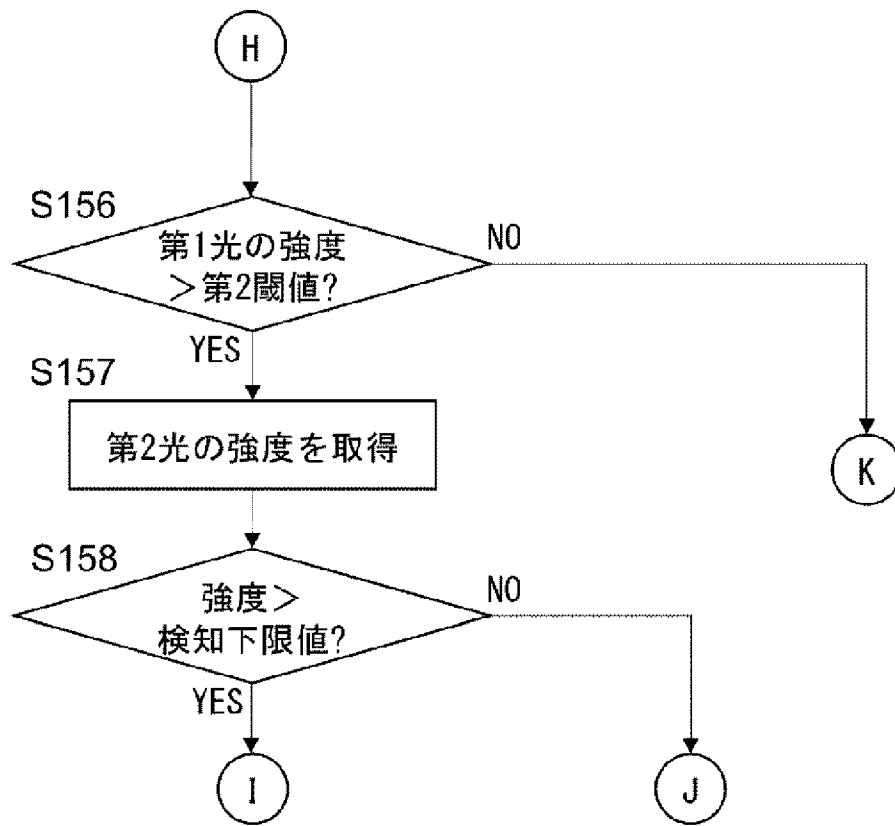
[図18]



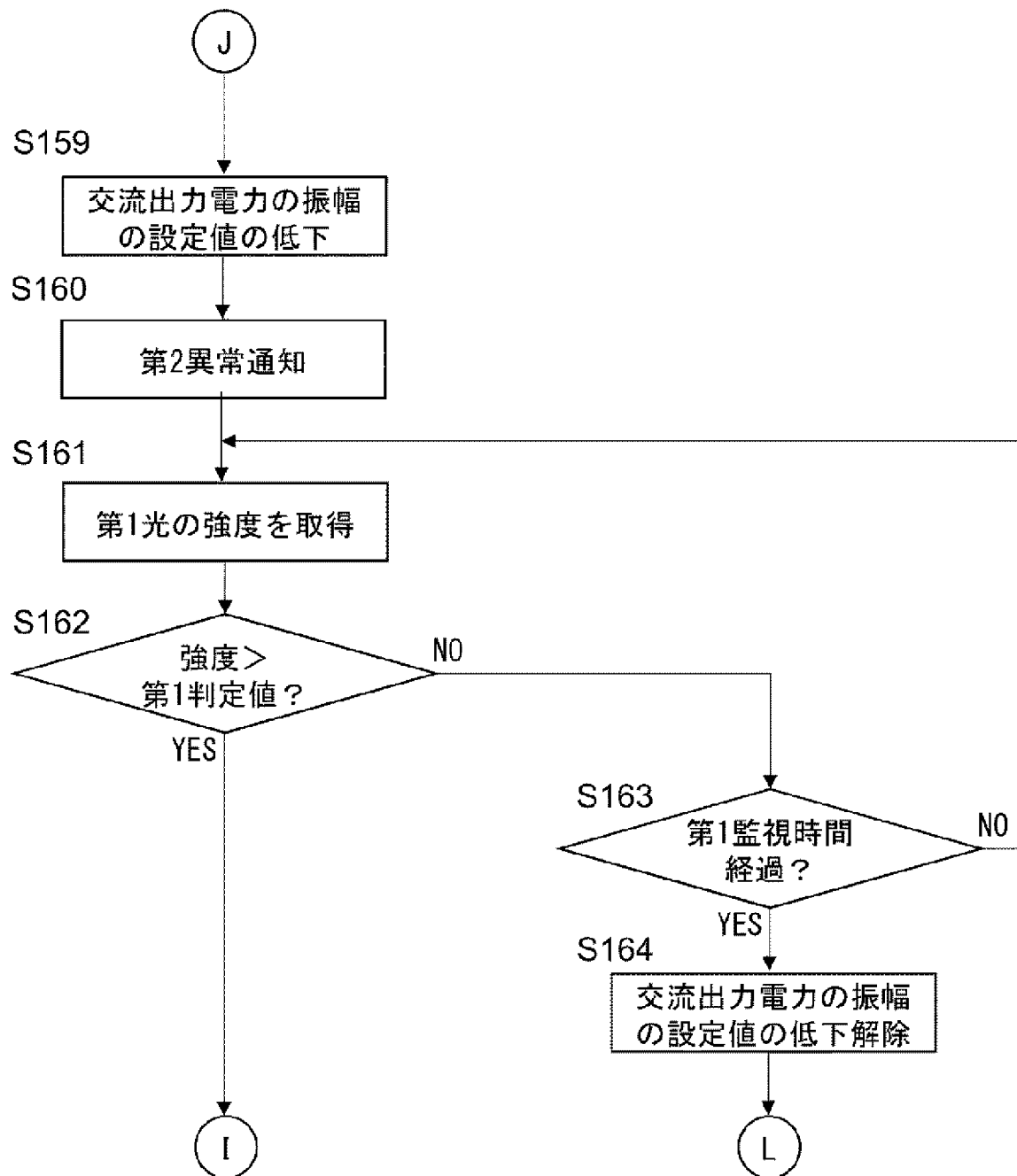
[図19]



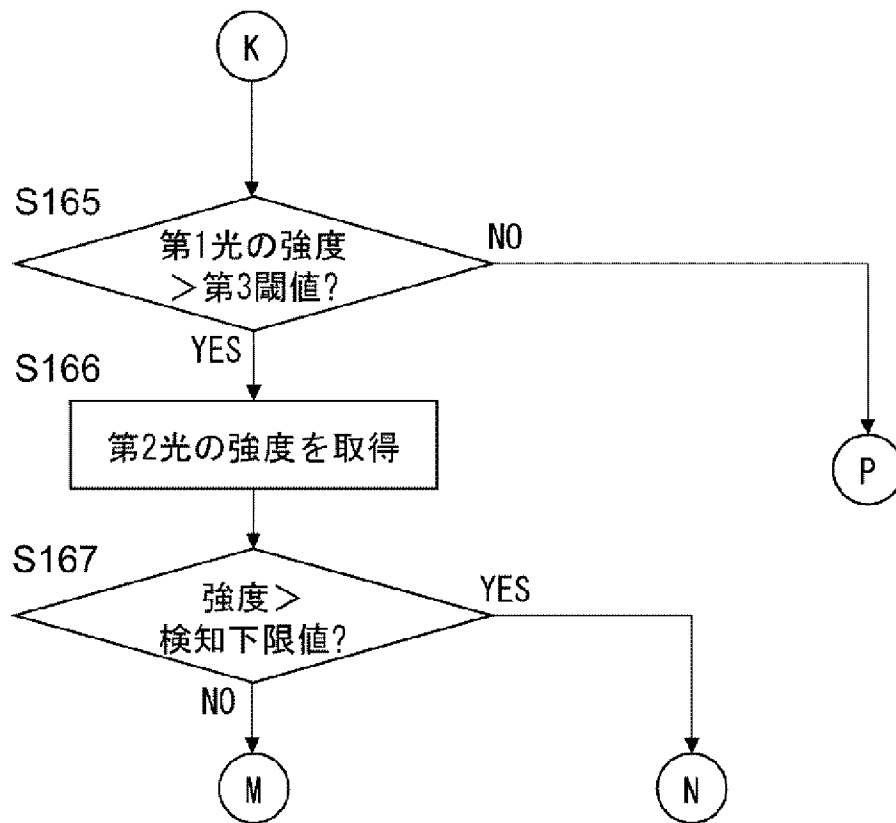
[図20]



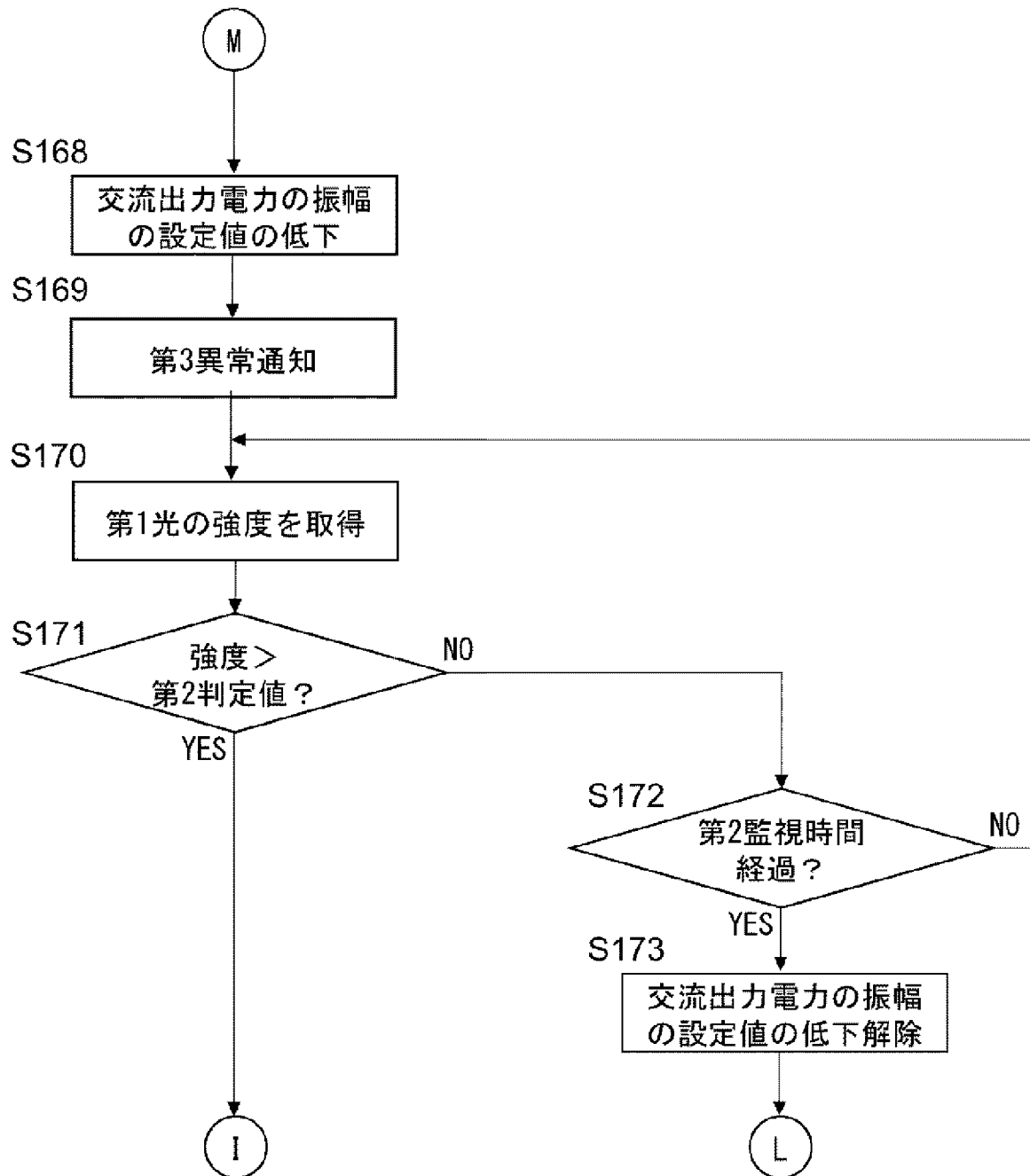
[図21]



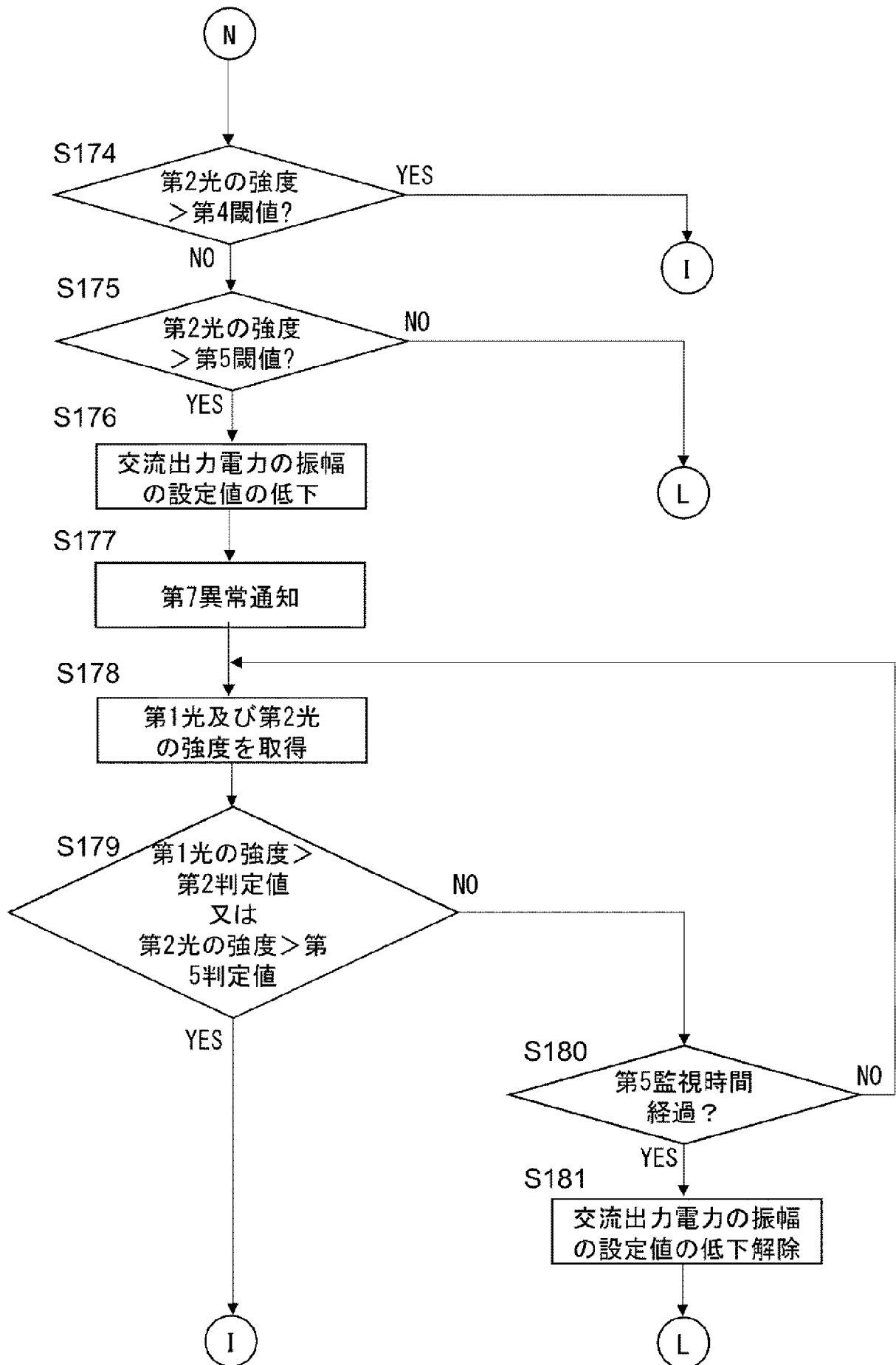
[図22]



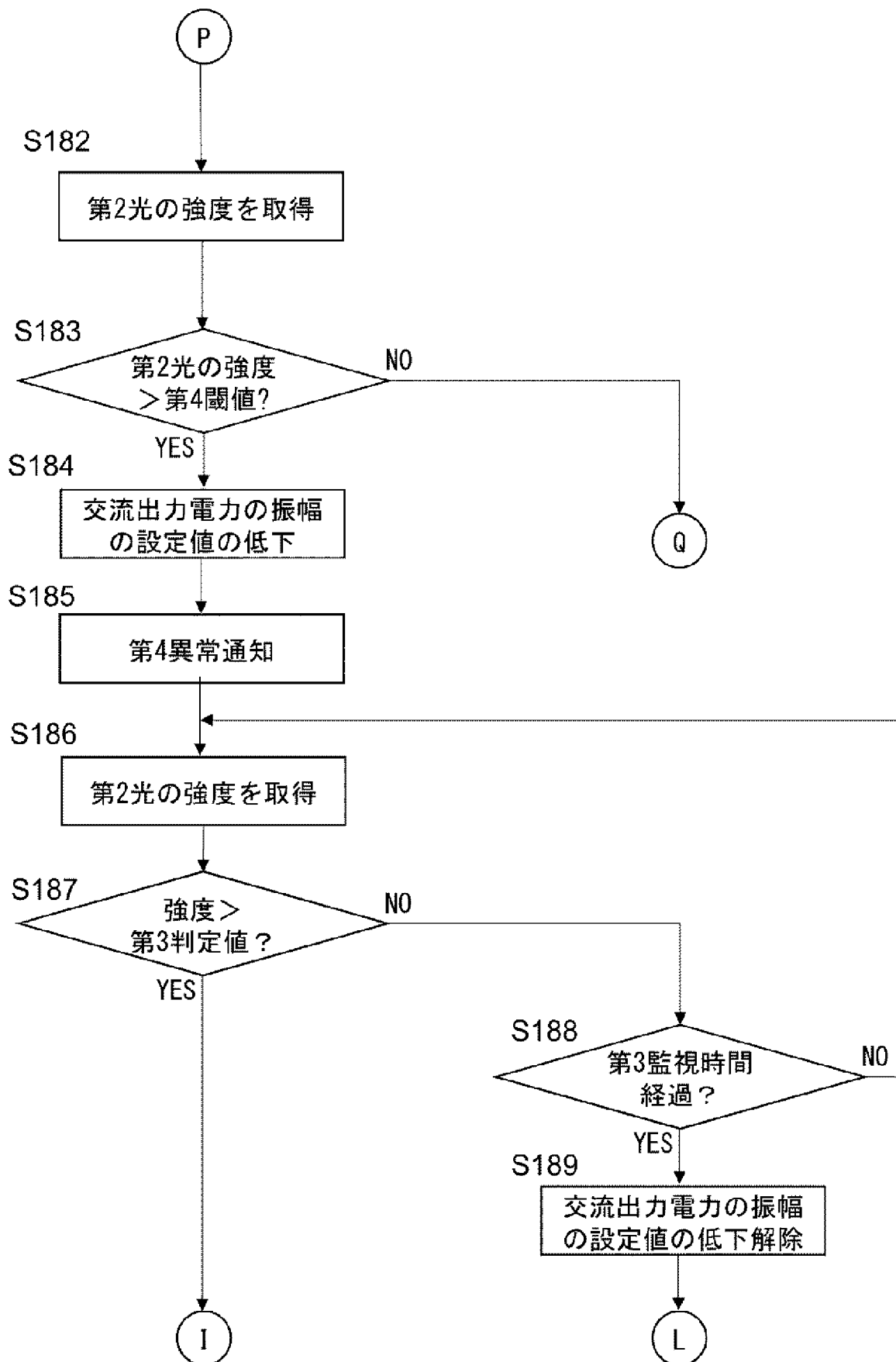
[図23]



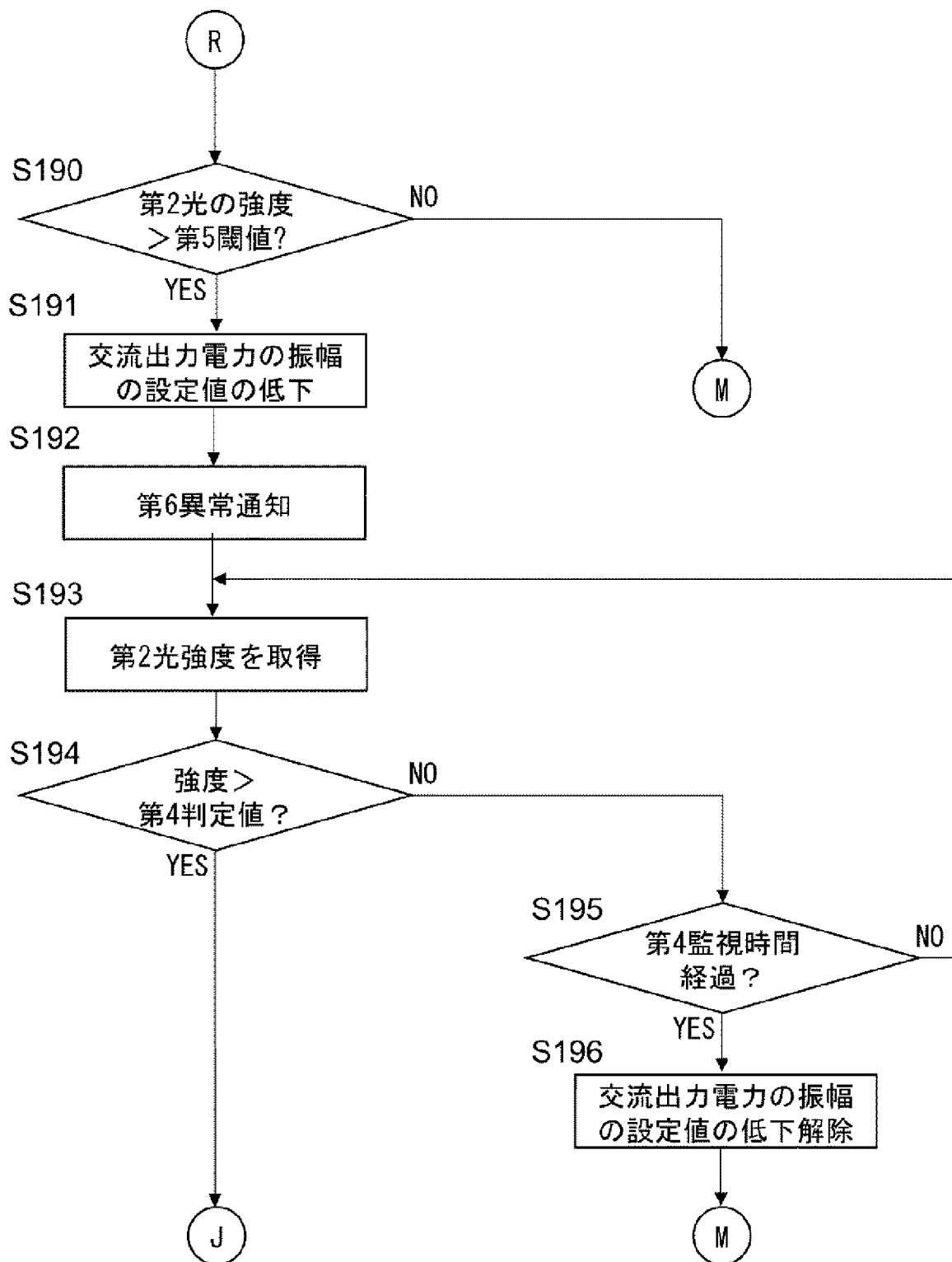
[図24]



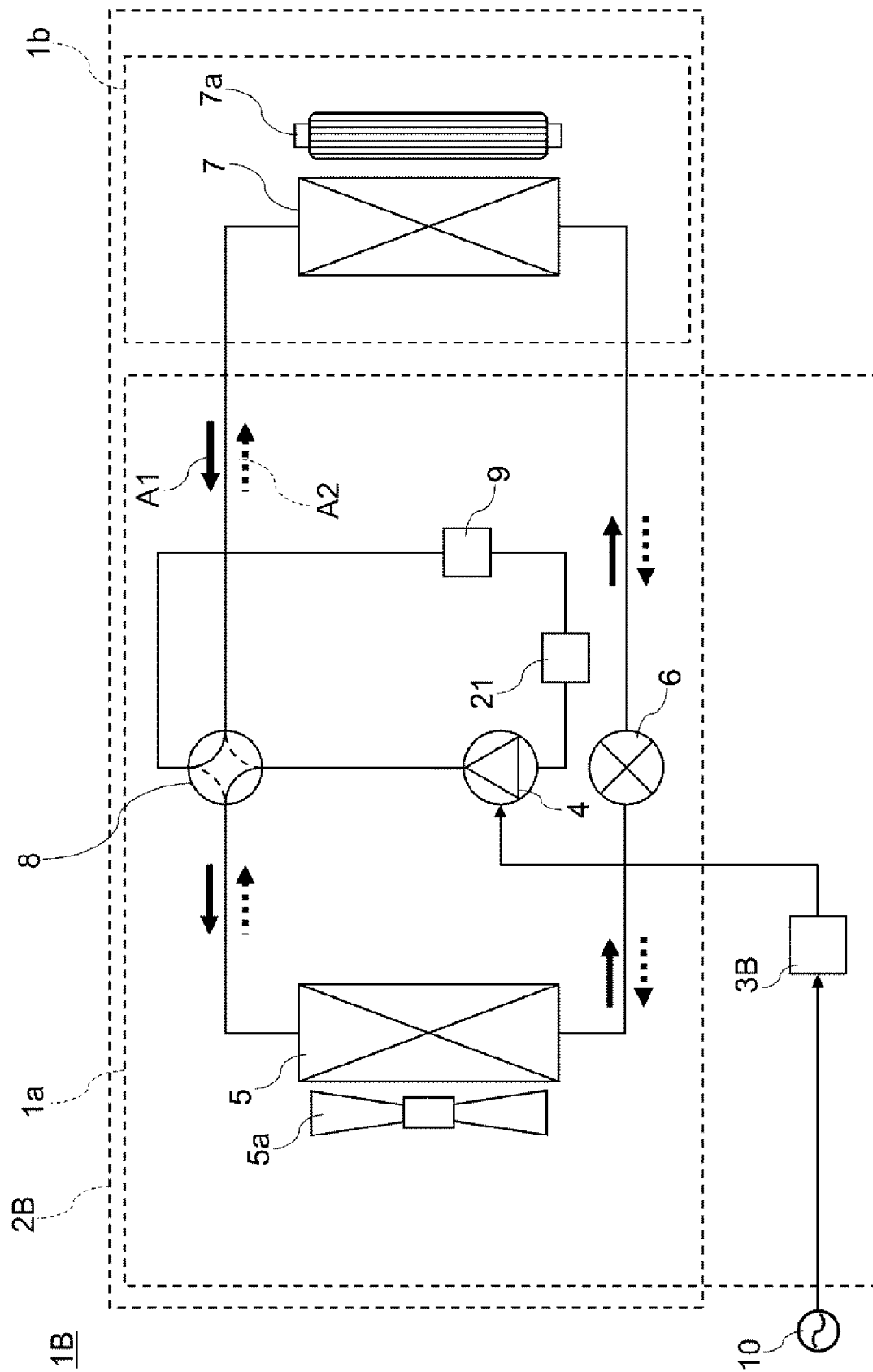
[図25]



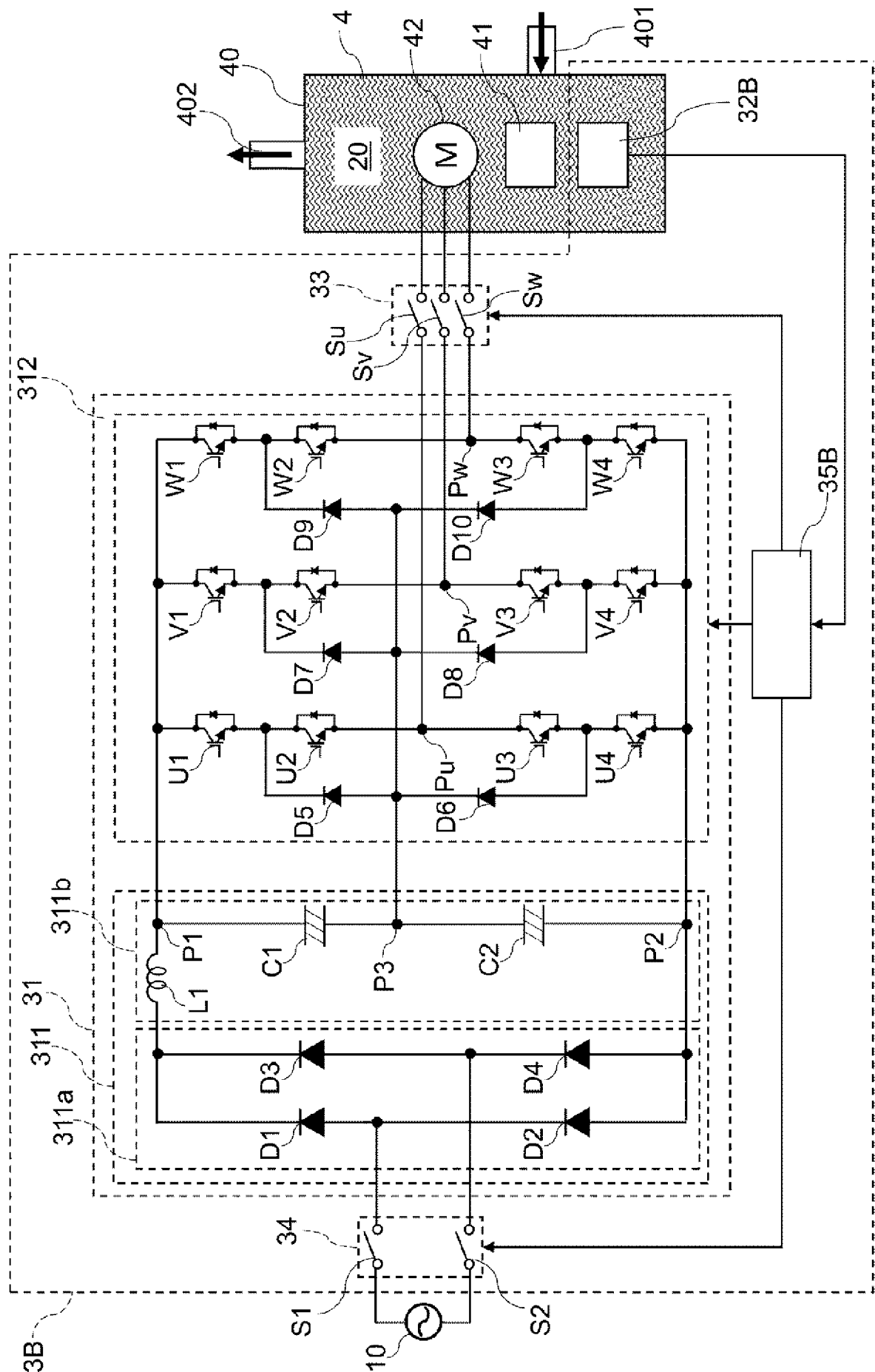
[図26]



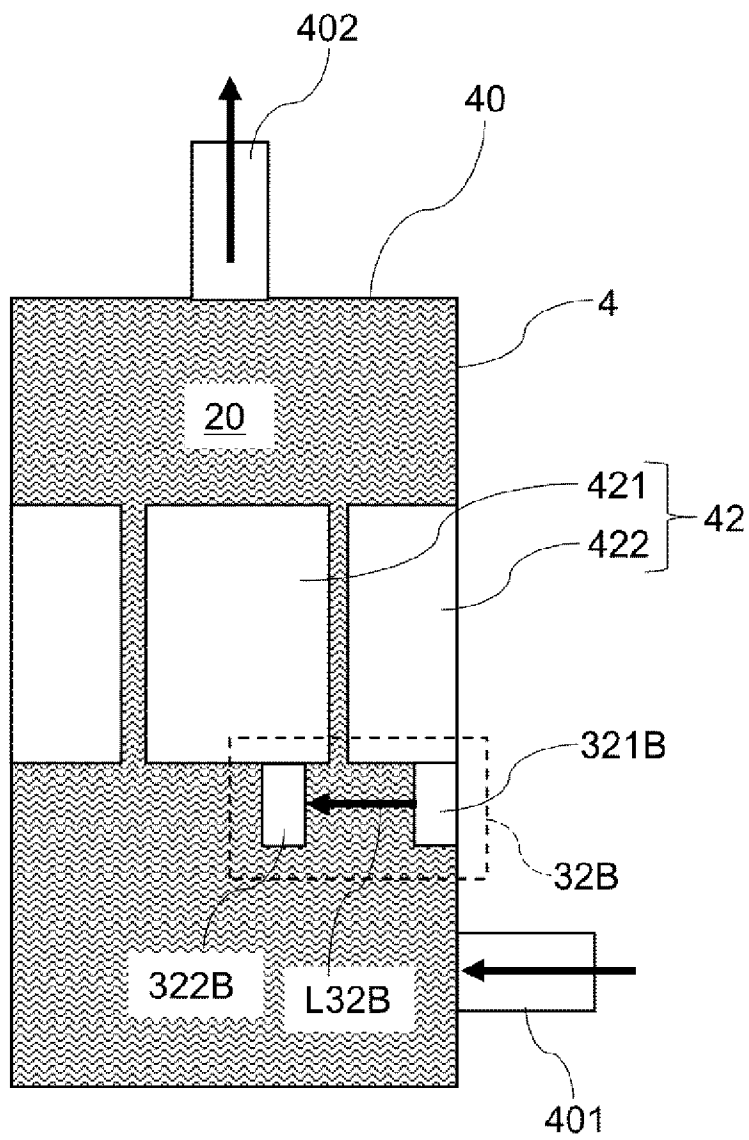
[図27]



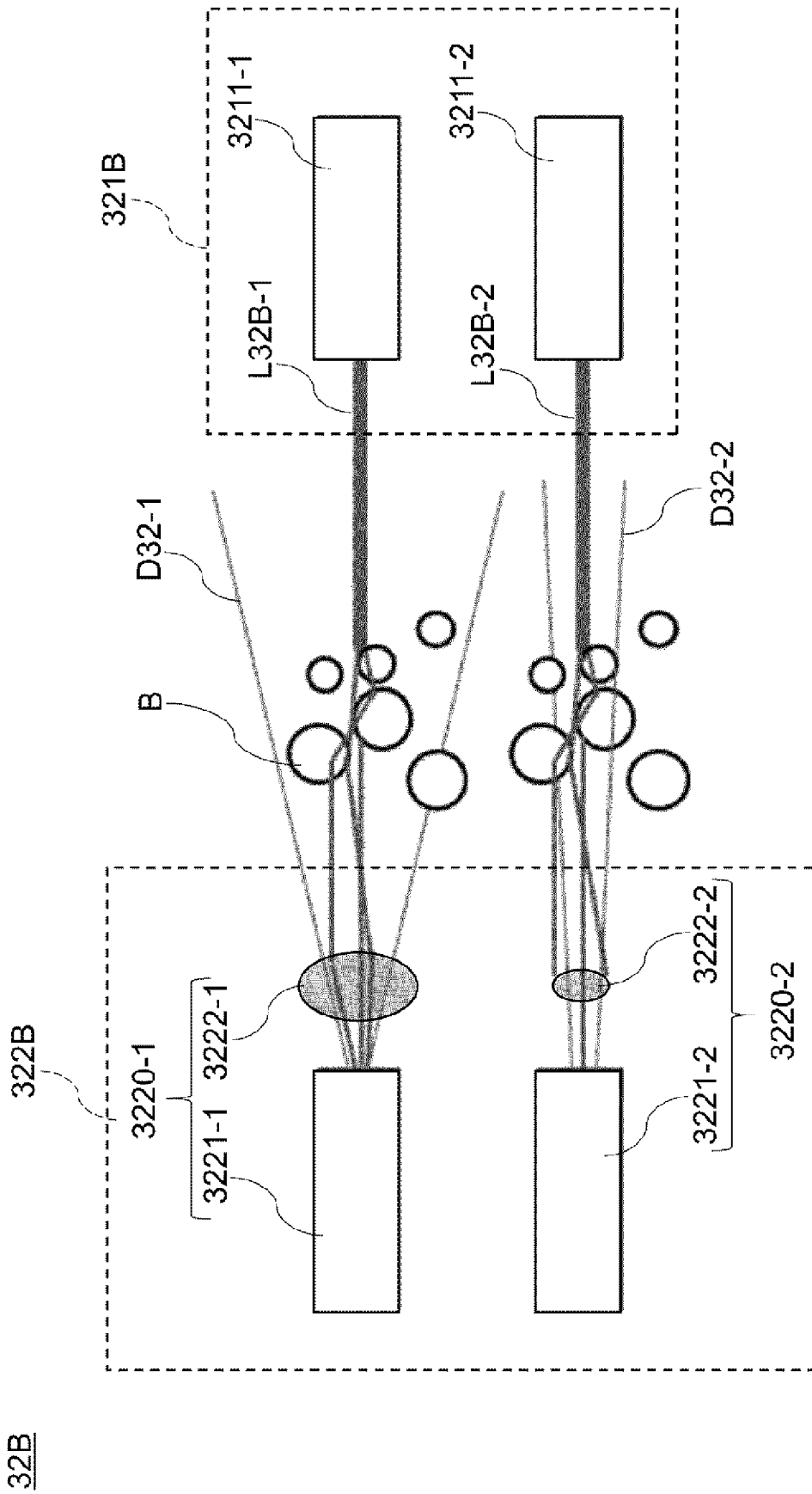
[図28]



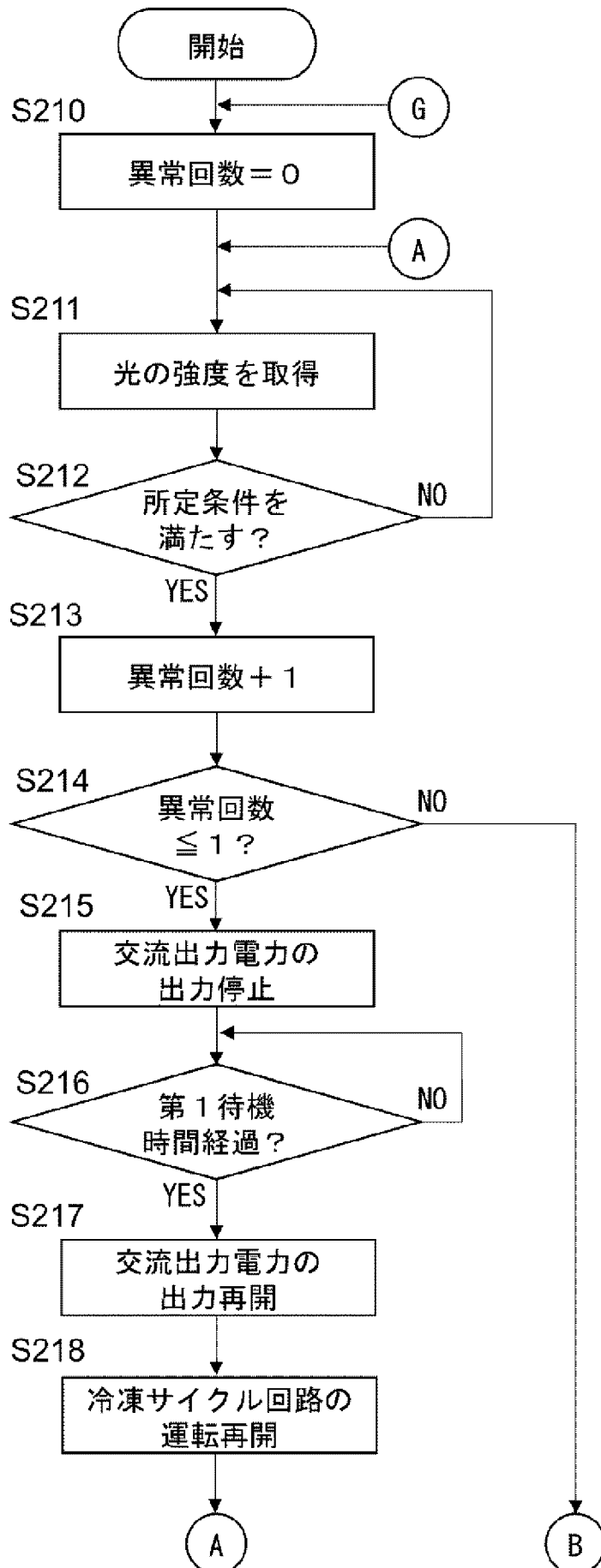
[図29]



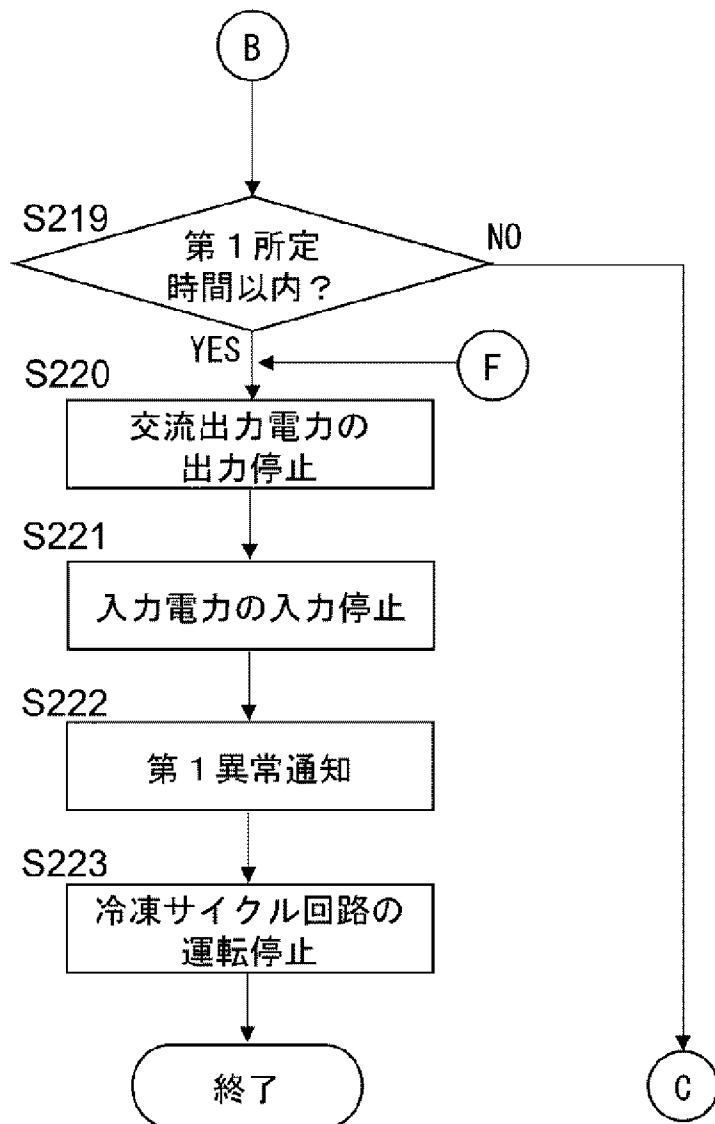
[図30]



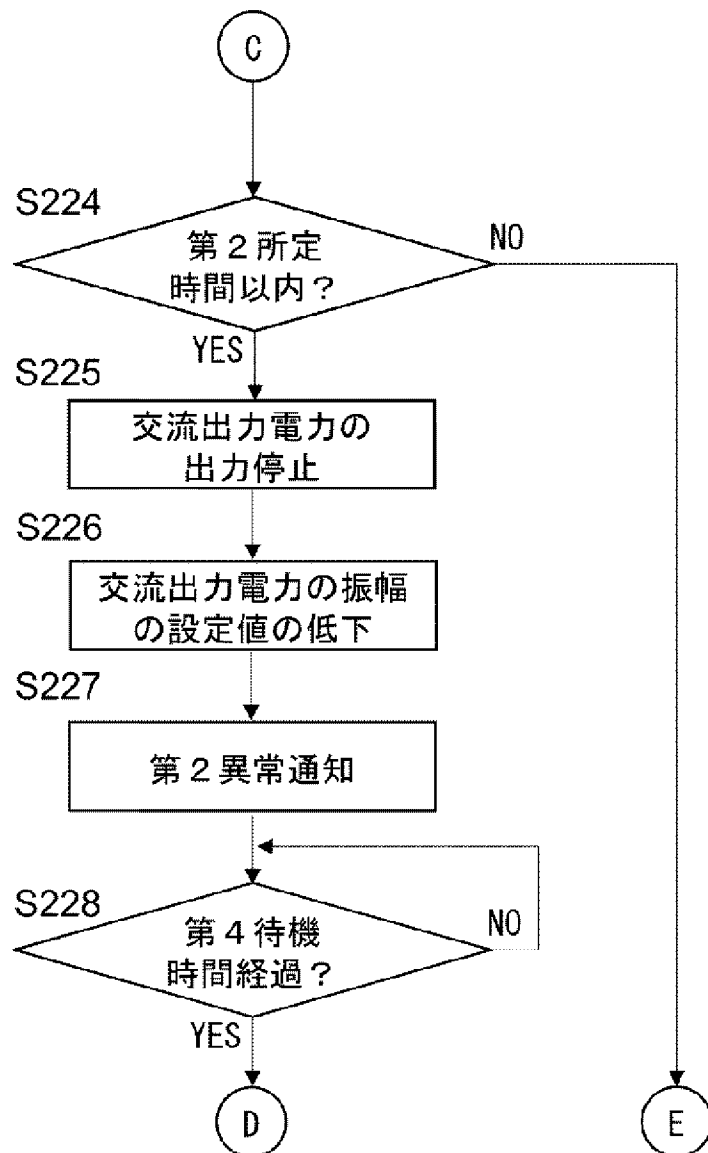
[図31]



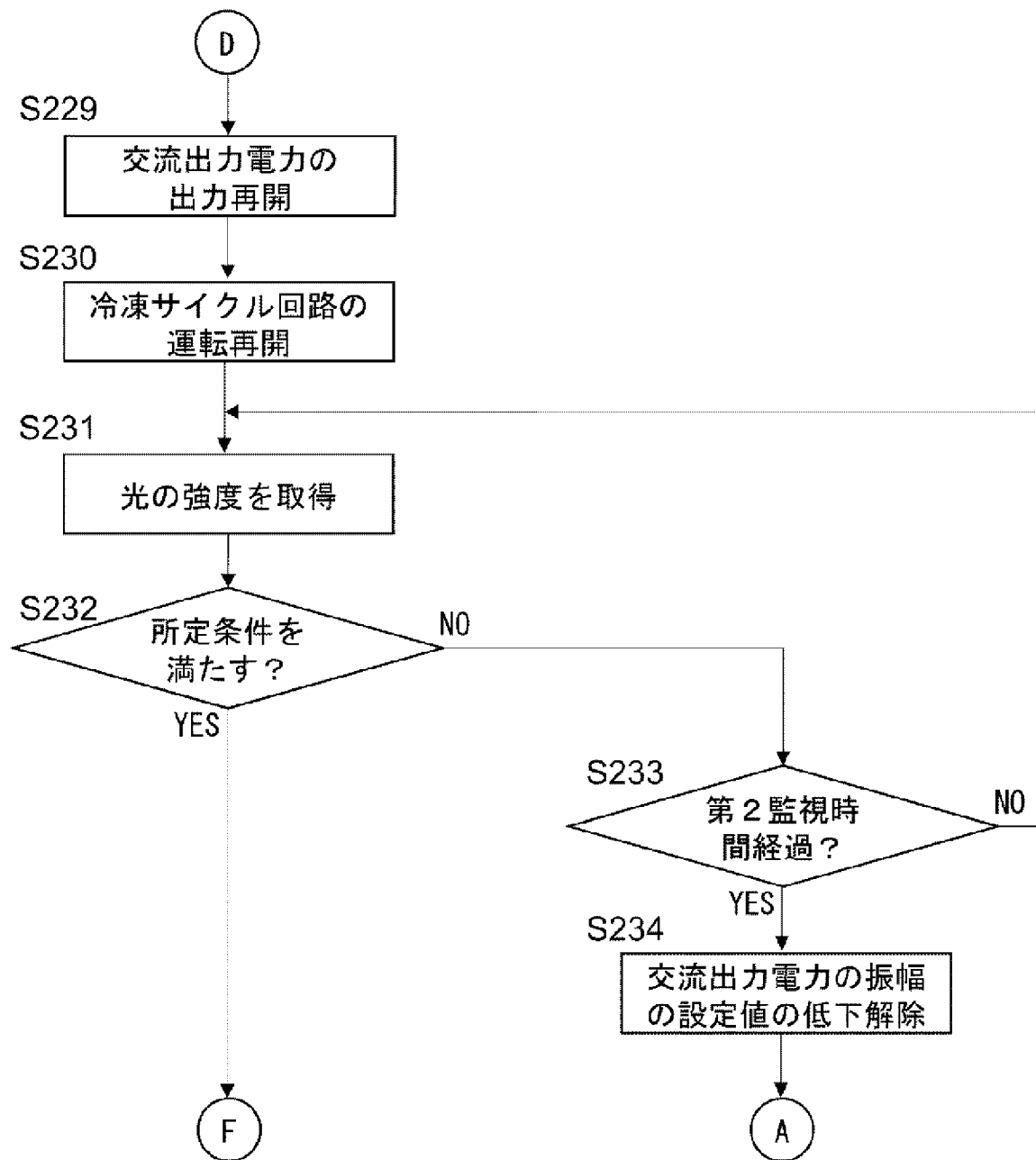
[図32]



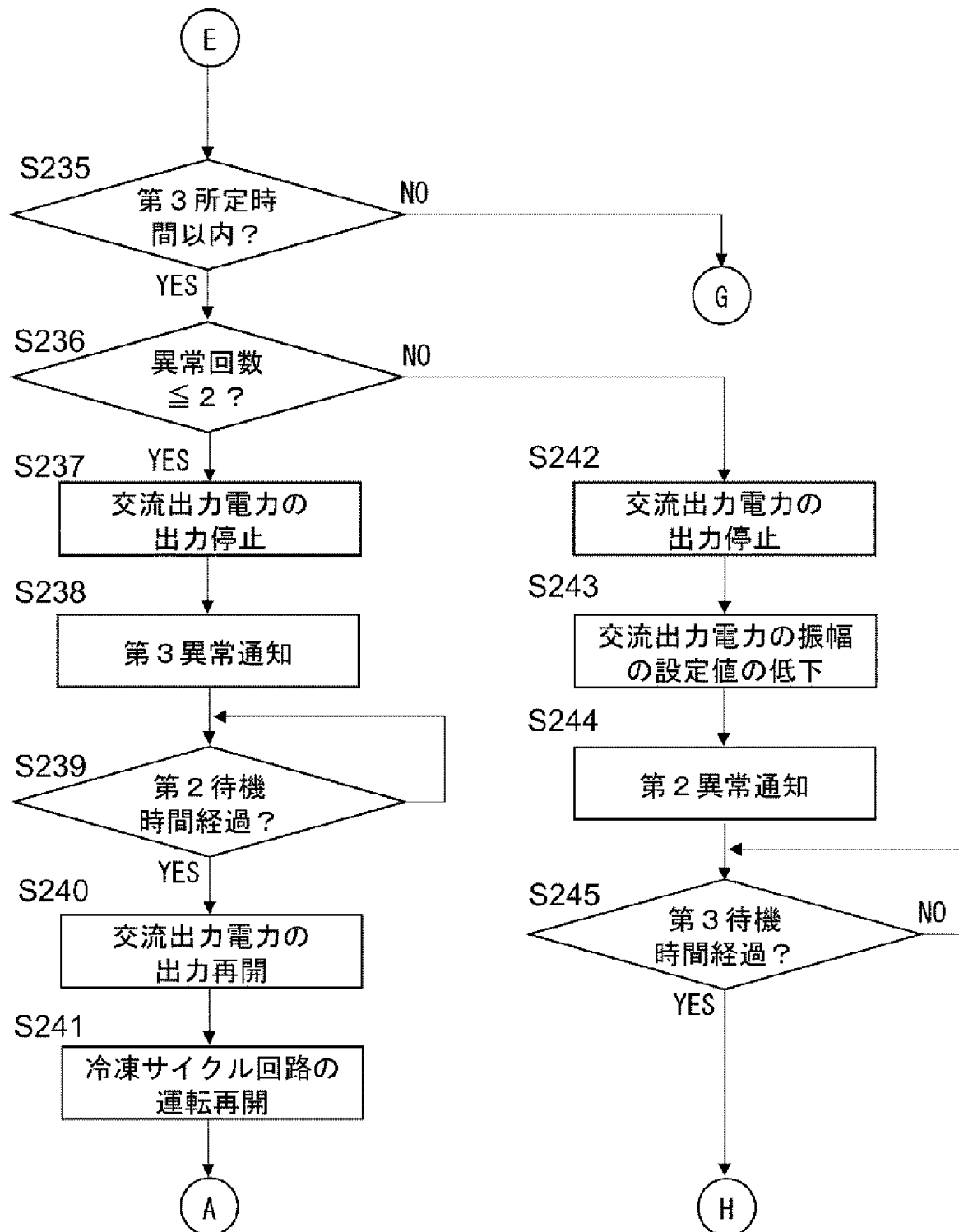
[図33]



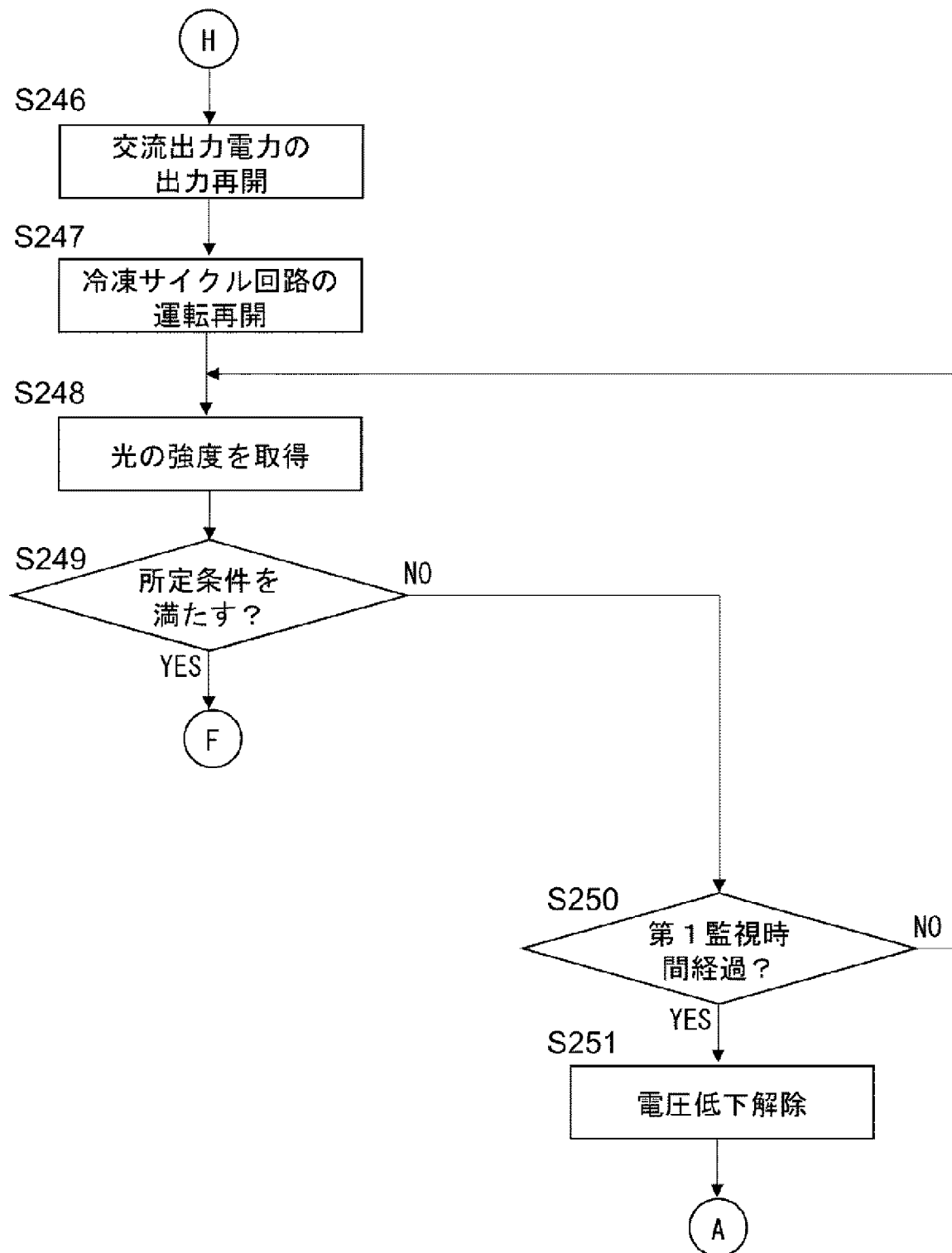
[図34]



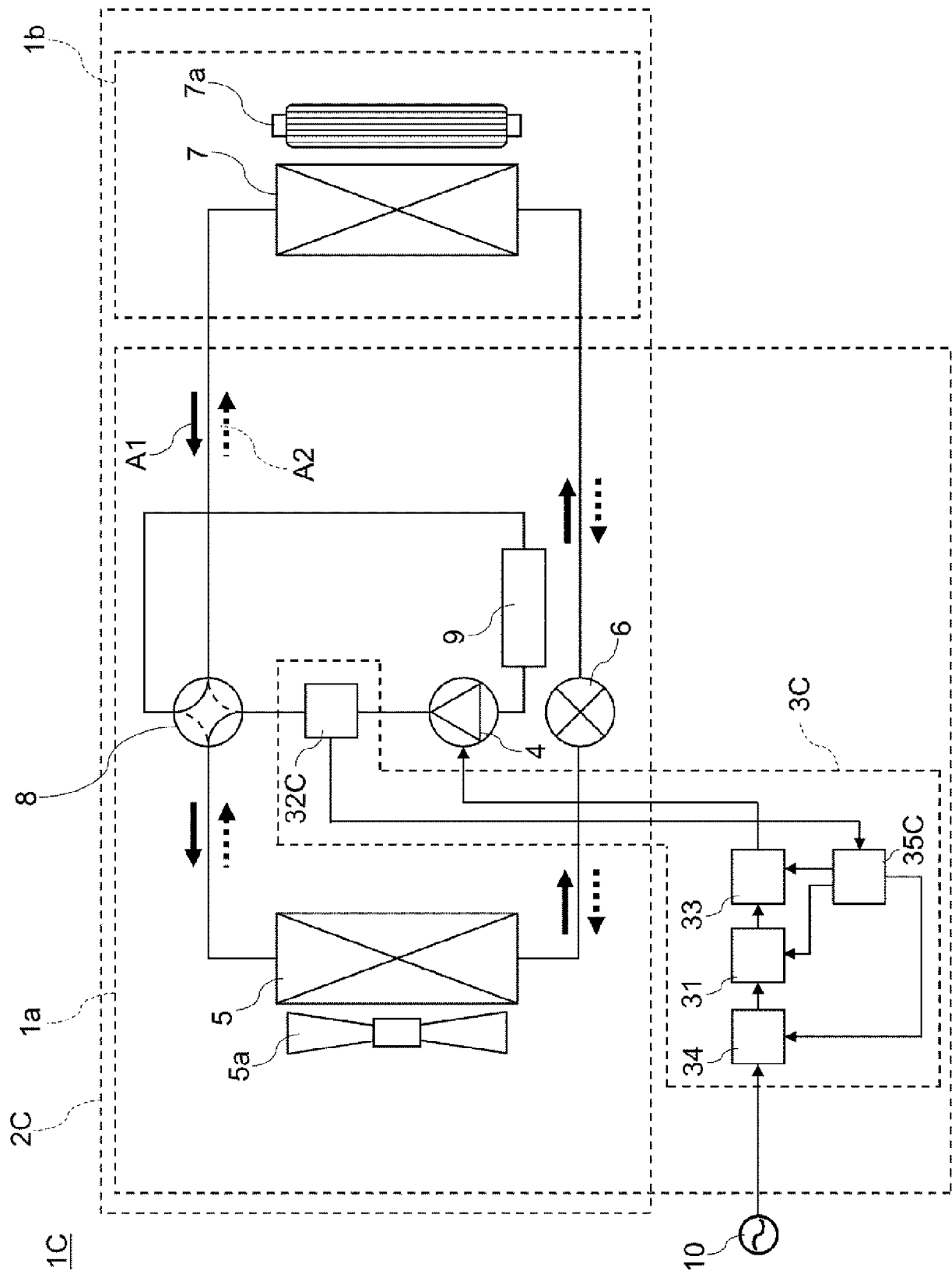
[図35]



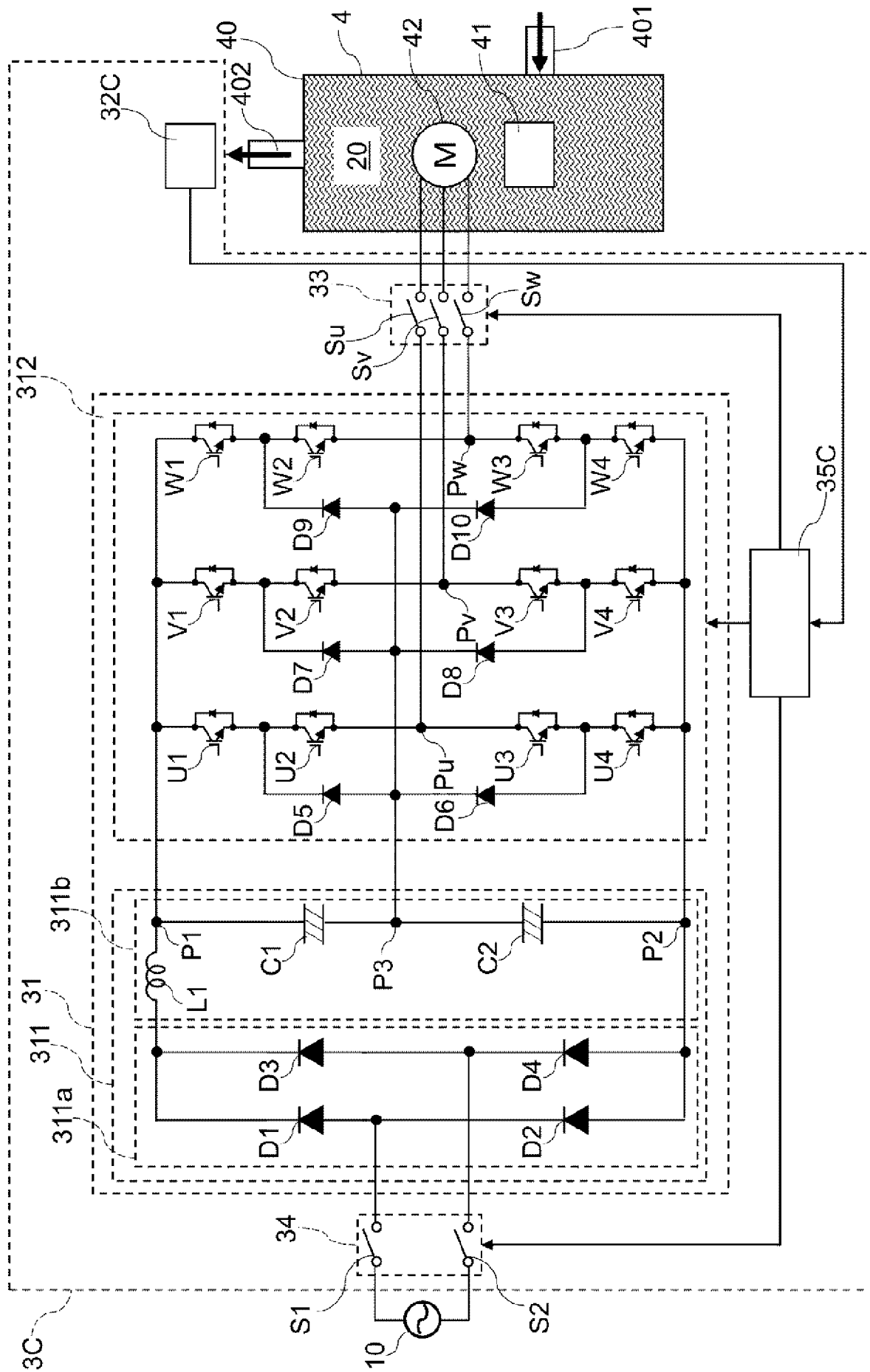
[図36]



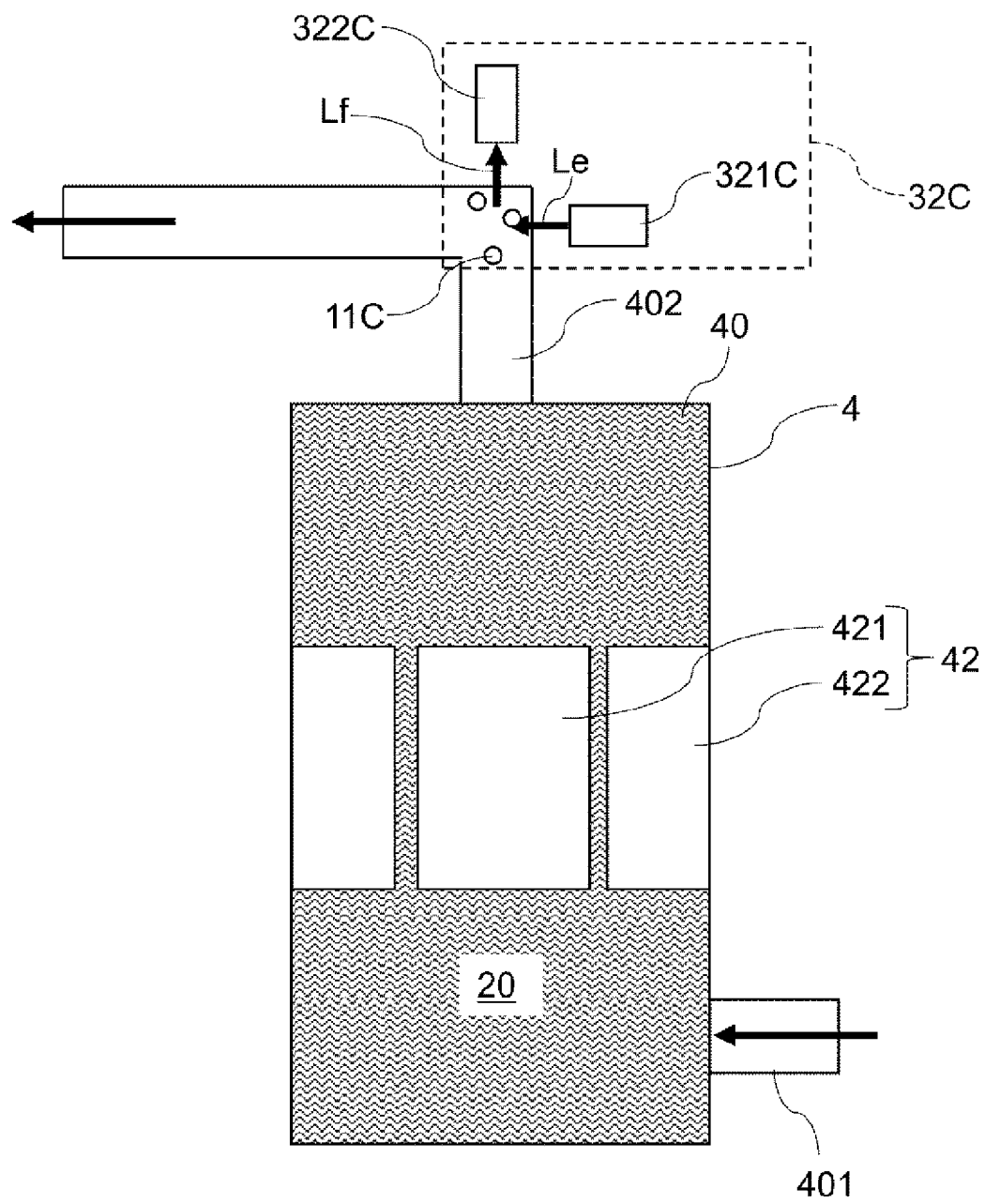
[図37]



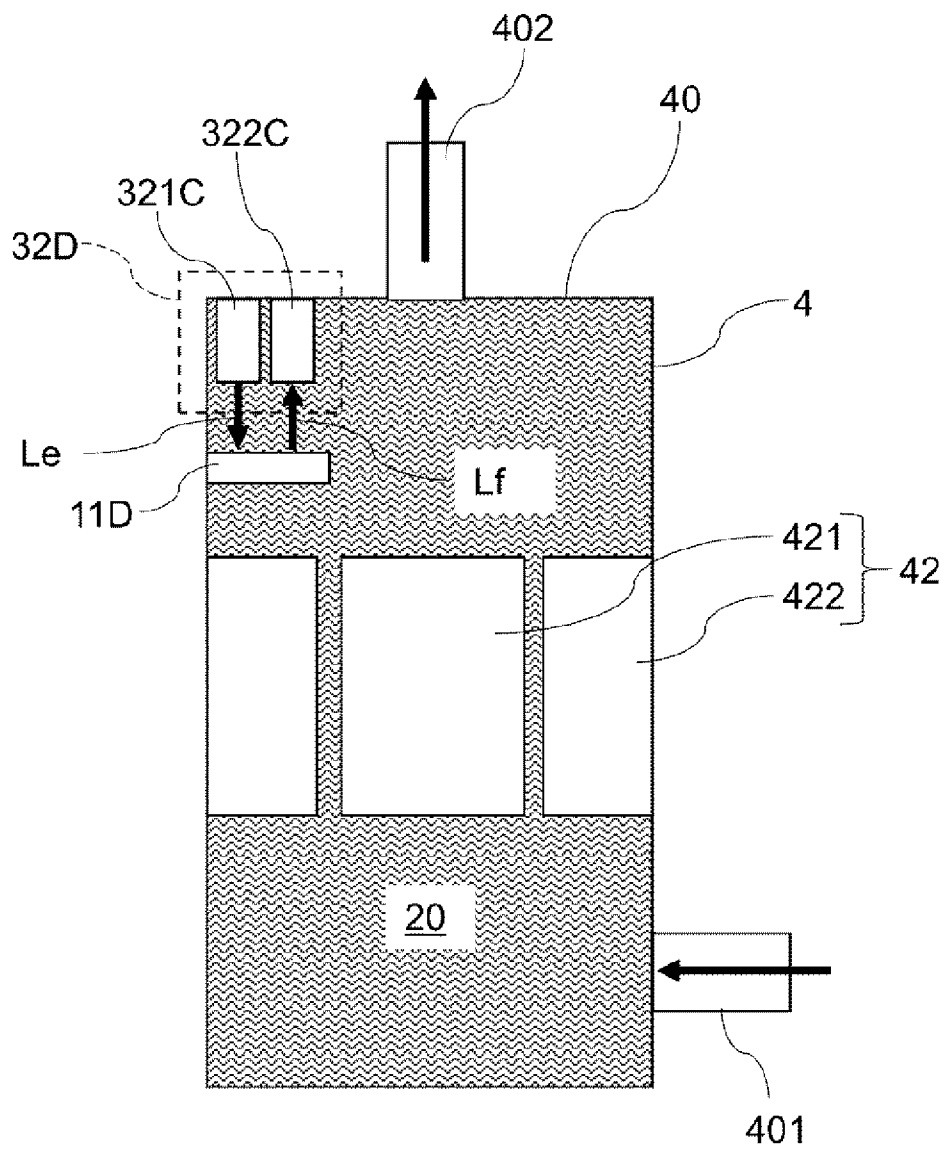
[図38]



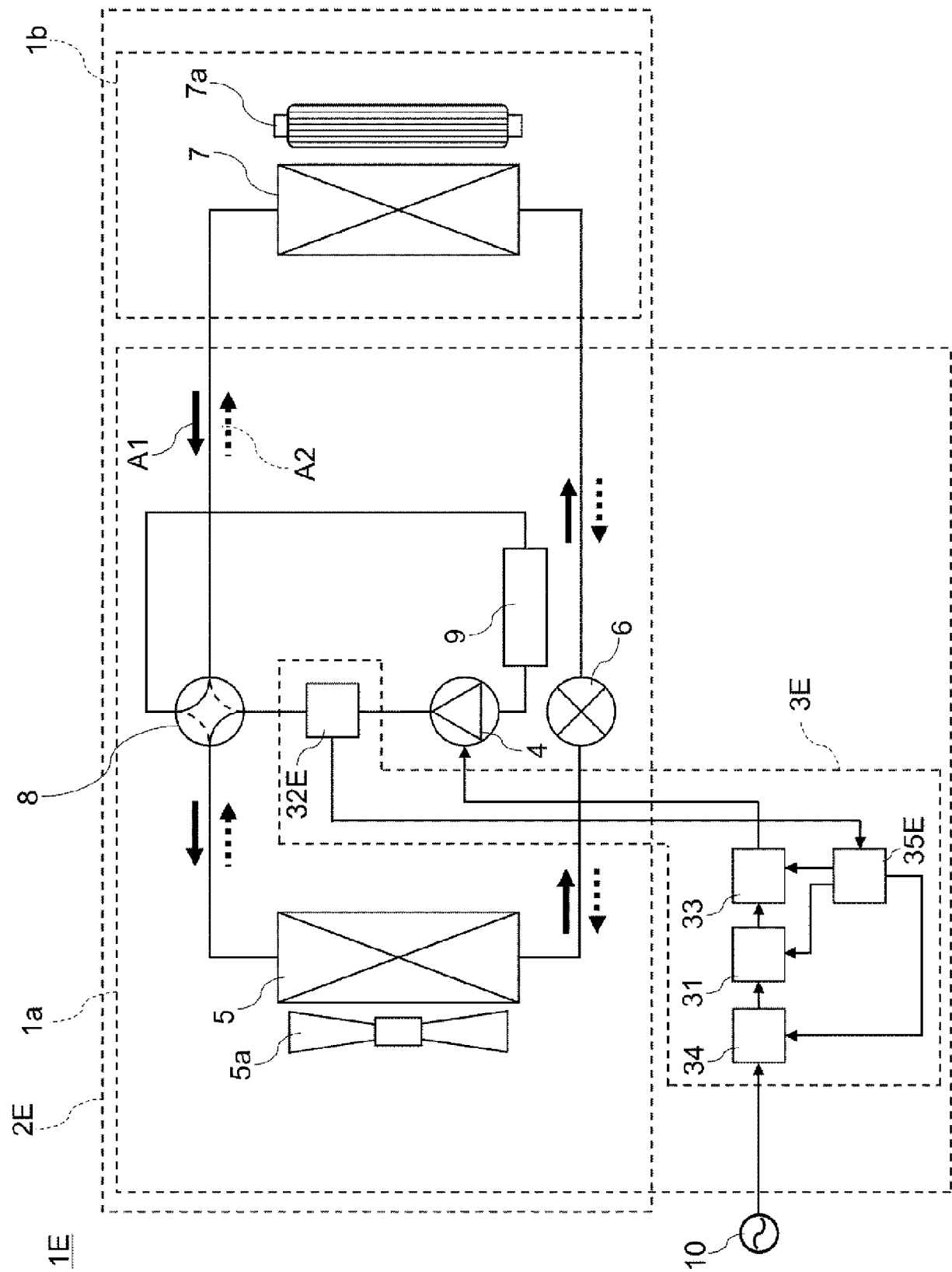
[図39]



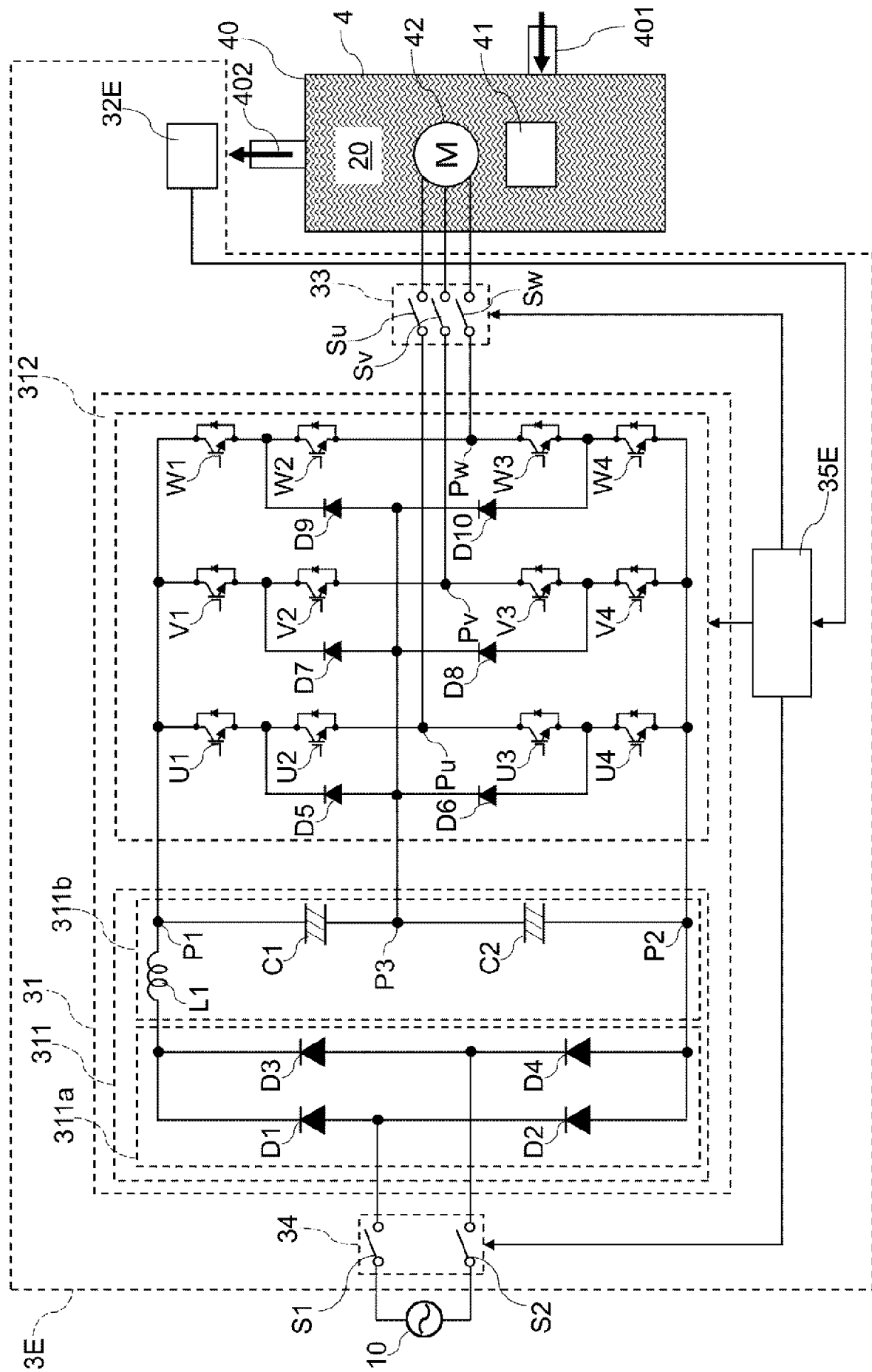
[図41]



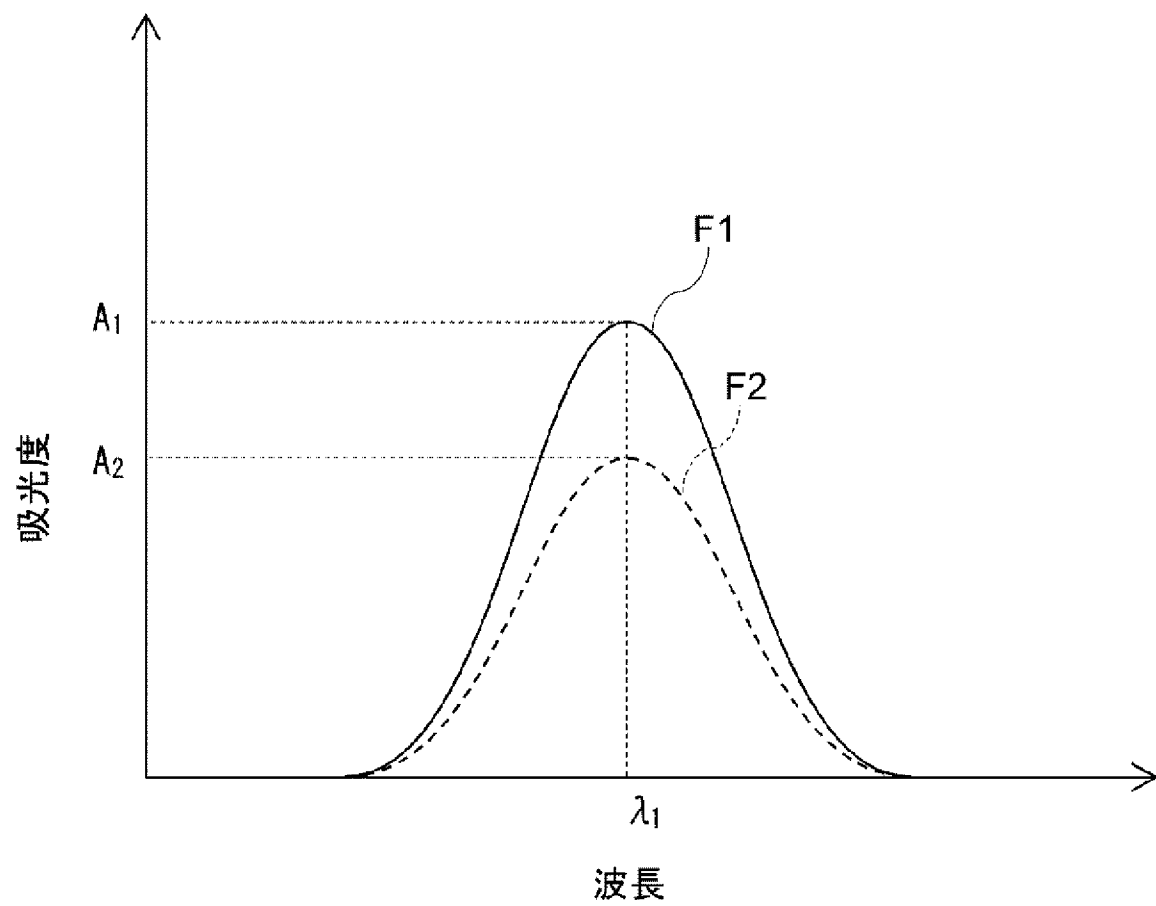
[図42]



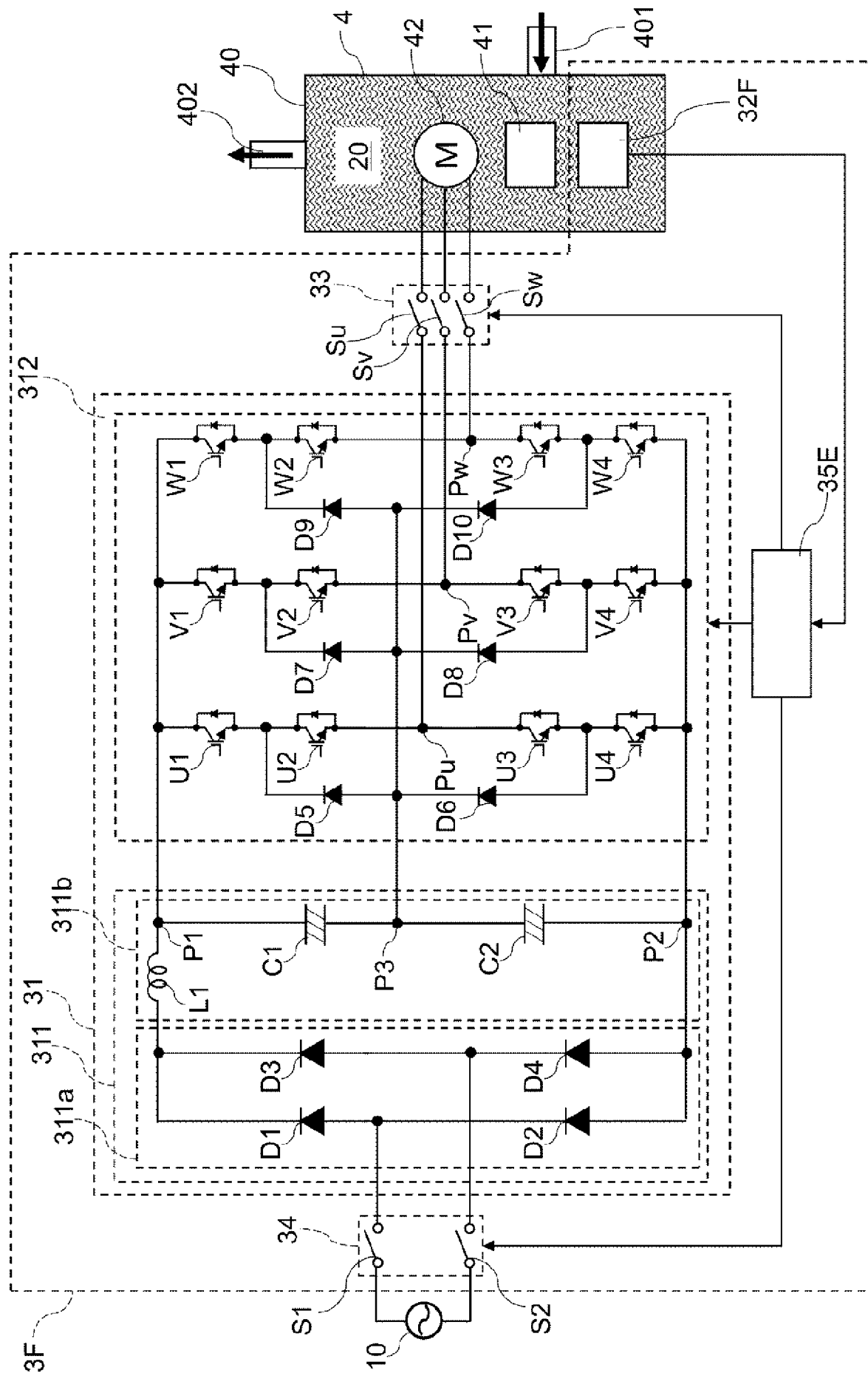
[図43]



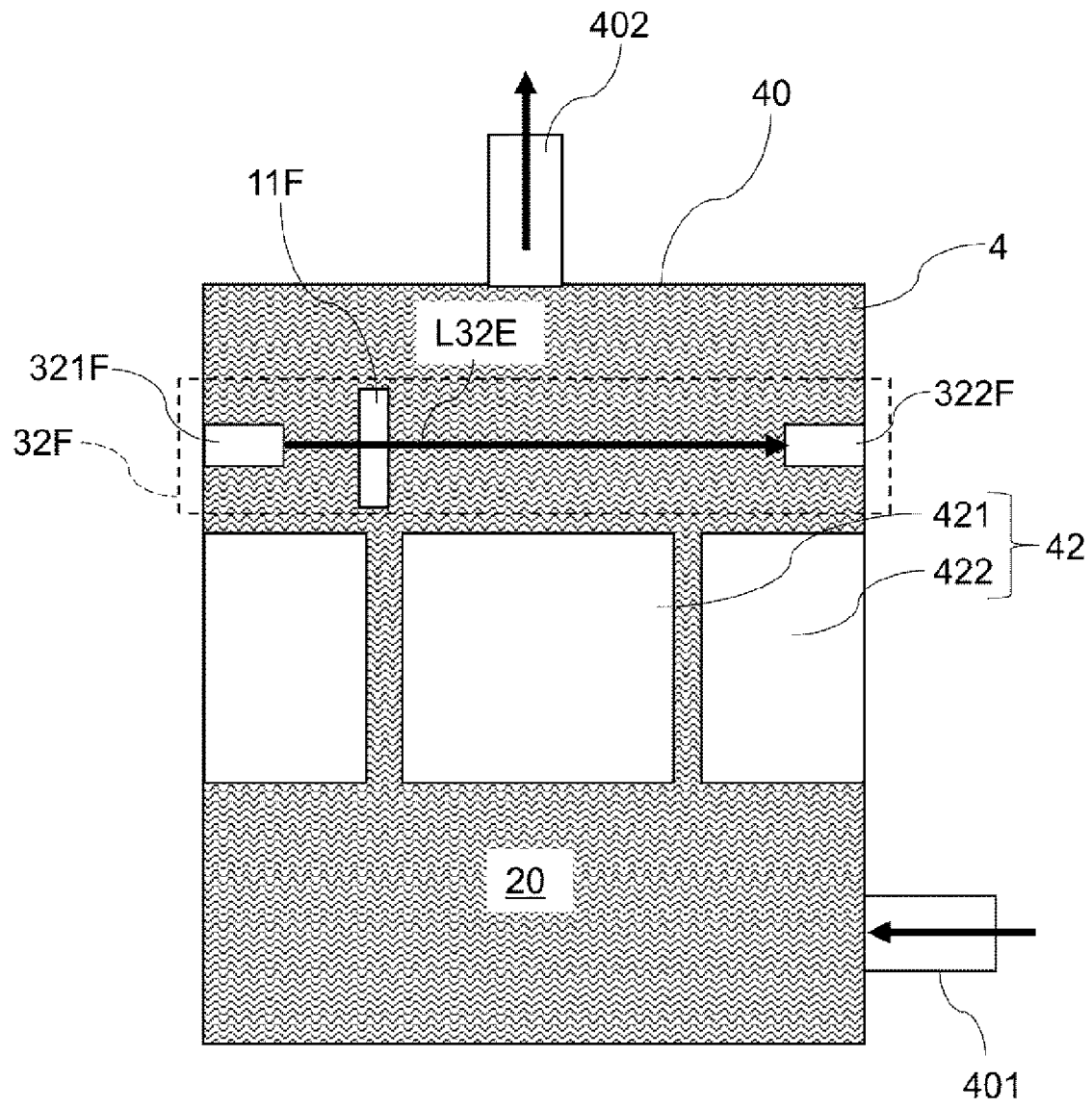
[図44]



[図46]

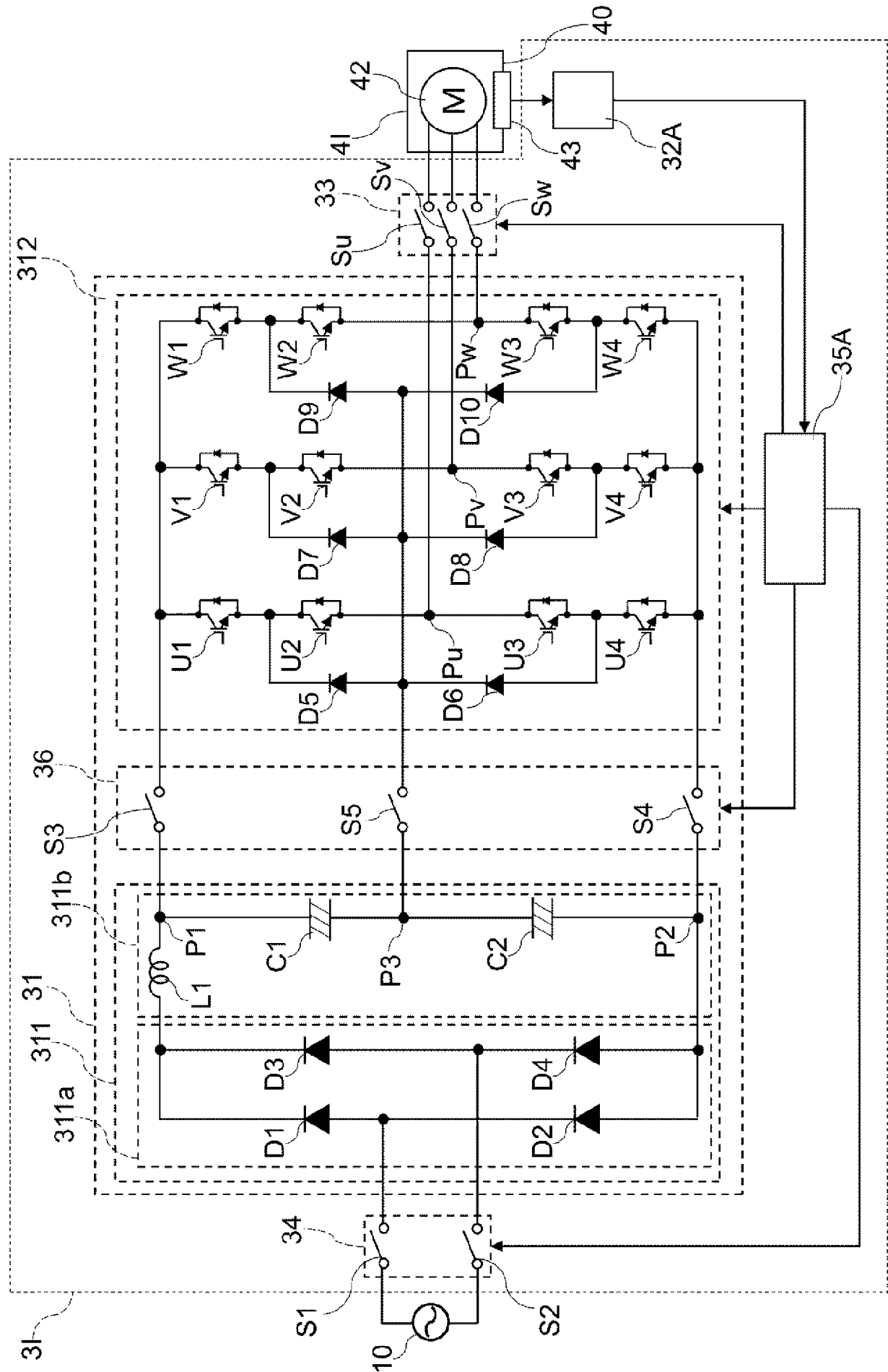


[図47]



[illegible]

[図50]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011446

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER F25B 49/02 (2006.01)i; C09K 5/04 (2006.01)i; F04B 49/10 (2006.01)i; F25B 1/00 (2006.01)i; H02M 7/48 (2007.01)i FI: F25B49/02 570A; F04B49/10 331J; C09K5/04 F; F25B1/00 341B; F25B1/00 396Z; F25B1/00 341J; F04B49/10 331A; F04B49/10 331Z; F25B1/00 361D; H02M7/48 M ZAB; F25B49/02 510Z 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) F25B1/00-49/04; C09K5/04; F04B49/10; H02M7/48 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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	JP 2019-152380 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 12 September 2019 (2019-09-12) paragraphs [0007], [0032]-[0088], fig. 1-7	1, 8, 14-17, 20, 22
Y	paragraphs [0007], [0032]-[0088], fig. 1-7	2-3, 7, 9, 18-19, 21
A	paragraphs [0007], [0032]-[0088], fig. 1-7	4-6, 10-13
Y	WO 2023/181402 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 28 September 2023 (2023-09-28) paragraphs [0011]-[0041], fig. 1-3	2-3
Y	JP 2018-048271 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 29 March 2018 (2018-03-29) paragraphs [0013]-[0049], fig. 1	7, 9, 18-19, 21
☒ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 28 May 2024		Date of mailing of the international search report 11 June 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2017-003197 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 05 January 2017 (2017-01-05) paragraphs [0092], [0106]	9
A	JP 2020-034249 A (FUJITSU GENERAL LTD.) 05 March 2020 (2020-03-05) entire text, all drawings	1-22
A	WO 2015/140827 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 24 September 2015 (2015-09-24) entire text, all drawings	5-6, 11-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/011446

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-152380	A	12 September 2019	EP 3764027 A1 paragraphs [0007], [0028]- [0106], fig. 1-7 WO 2019/172008 A1 CN 111771091 A	
WO	2023/181402	A1	28 September 2023	(Family: none)	
JP	2018-048271	A	29 March 2018	JP 2020-73696 A	
JP	2017-003197	A	05 January 2017	US 2018/0156217 A1 paragraphs [0086], [0097] WO 2016/199396 A1 CN 107532825 A	
JP	2020-034249	A	05 March 2020	(Family: none)	
WO	2015/140827	A1	24 September 2015	US 2017/0121581 A1 EP 3128259 A1 CN 106415152 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

F25B 49/02(2006.01)i; C09K 5/04(2006.01)i; F04B 49/10(2006.01)i; F25B 1/00(2006.01)i; H02M 7/48(2007.01)i
FI: F25B49/02 570A; F04B49/10 331J; C09K5/04 F; F25B1/00 341B; F25B1/00 396Z; F25B1/00 341J; F04B49/10 331A; F04B49/10 331Z; F25B1/00 361D; H02M7/48 M ZAB; F25B49/02 510Z

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））

F25B1/00-49/04; C09K5/04; F04B49/10; H02M7/48

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1971-2024年
日本国実用新案登録公報1996-2024年
日本国登録実用新案公報1994-2024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	JP 2019-152380 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）12.09.2019（2019-09-12） 段落0007, 0032-0088、図1-7	1,8,14-17,20,22
Y	段落0007, 0032-0088、図1-7	2-3,7,9,18-19,21
A	段落0007, 0032-0088、図1-7	4-6,10-13
Y	WO 2023/181402 A1（三菱電機株式会社）28.09.2023（2023-09-28） 段落0011-0041、図1-3	2-3
Y	JP 2018-048271 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）29.03.2018（2018-03-29） 段落0013-0049、図1	7,9,18-19,21
Y	JP 2017-003197 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）05.01.2017（2017-01-05） 段落0092, 0106	9

☒ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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
28.05.2024

国際調査報告の発送日
11.06.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）

庭月野 恭 3M 5793

電話番号 03-3581-1101 内線 3375

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2020-034249 A (株式会社富士通ゼネラル) 05.03.2020 (2020 - 03 - 05) 全文、全図	1-22
A	WO 2015/140827 A1 (三菱電機株式会社) 24.09.2015 (2015 - 09 - 24) 全文、全図	5-6, 11-13

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/011446

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-152380	A	12.09.2019	EP 3764027 A1 段落 0007, 0028- 0106、図 1-7 WO 2019/172008 A1 CN 111771091 A	
WO	2023/181402	A1	28.09.2023	(ファミリーなし)	
JP	2018-048271	A	29.03.2018	JP 2020-73696 A	
JP	2017-003197	A	05.01.2017	US 2018/0156217 A1 段落 0086, 0097 WO 2016/199396 A1 CN 107532825 A	
JP	2020-034249	A	05.03.2020	(ファミリーなし)	
WO	2015/140827	A1	24.09.2015	US 2017/0121581 A1 EP 3128259 A1 CN 106415152 A	