

(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
2013年9月6日(06.09.2013)

(10) 国際公開番号

WO 2013/129464 A1

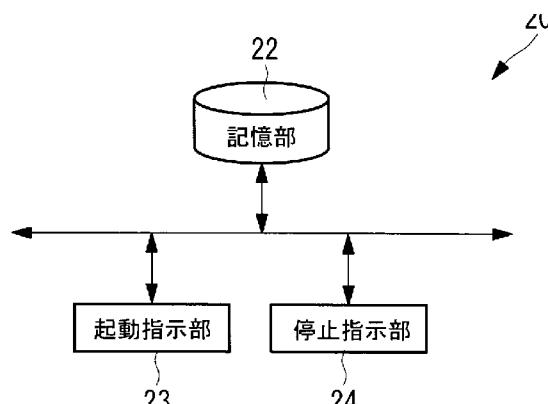
- (51) 国際特許分類:
F24F 11/02 (2006.01) *F25B 1/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/055107
- (22) 国際出願日: 2013年2月27日(27.02.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-044674 2012年2月29日(29.02.2012) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 立石 浩毅(TATEISHI, Koki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 松尾 実(MATSUO, Minoru); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 二階堂智(NIKAIDO, Satoshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 大内 敏昭(OUCHI, Toshiaki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤田 考晴, 外(FUJITA, Takaharu et al.); 〒2208137 神奈川県横浜市西区みなとみらい2-2-1 横浜ランドマークタワー37F Kanagawa (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: NUMBER-OF-MACHINES CONTROL DEVICE FOR HEAT SOURCE SYSTEM, METHOD THEREFOR, AND HEAT SOURCE SYSTEM

(54) 発明の名称: 熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システム

[図4]



22... MEMORY UNIT
23... STARTUP INSTRUCTION UNIT
24... STOP INSTRUCTION UNIT

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to prevent frequent repetition of the starting and stopping of heat source machines. When the current operating status fulfills basic conditions for increasing the number of machines, the present invention determines whether or not basic conditions for reducing the number of machines would be fulfilled if the number of currently operating machines is increased by 1, and, if a determination is made that the basic conditions for reducing the number of machines would not be fulfilled, starts up one heat source machine. When the current operating status fulfills the basic conditions for reducing the number of machines, the present invention determines whether or not the basic conditions for increasing the number of machines would be fulfilled if the number of currently operating machines is reduced by 1, and, if a determination is made that the basic conditions for increasing the number of machines would not be fulfilled, stops one heat source machine.

(57) 要約: 熱源機の発停が頻繁に繰り返されることを防止することを目的とする。現在の運転状態が増段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台増段した際に減段基本条件を満たすか否かを判定し、減段基本条件を満たさないと判定した場合に、熱源機を1台起動させる。また、現在の運転状態が減段基

本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台減段した際に増段基本条件を満たすか否かを判定し、増段基本条件を満たさないと判定した場合に、熱源機を1台停止させる。

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明細書

発明の名称：

熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システム

技術分野

[0001] 本発明は、熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システムに関するものである。

背景技術

[0002] 複数の熱源機を備える熱源システムにおける熱源機の台数制御方法として、例えば、特許文献1に開示される方法が知られている。特許文献1には、個々のインバータ駆動ターボ熱源機における成績係数（COP）が所定値以上となる負荷率範囲をそれぞれ決定し、個々のインバータ駆動の熱源機の負荷率が決定した負荷率範囲に収まるようにインバータを制御することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2005-114295号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のように、予め設定した負荷率範囲を用いて熱源機の台数制御を行う場合には、以下のような台数制御が考えられる。

例えば、運転中の熱源機の負荷率が負荷率範囲の上限値を超えた場合に熱源機を増段し、熱源機の負荷率が負荷率の下限値を下回った場合に熱源機を減段させる。

[0005] しかしながら、この方法では、熱源機の発停が頻繁に繰り返される可能性がある。例えば、図7に示すように、負荷率範囲の上限値が80%、下限値が60%に設定されていた場合であって、2台の熱源機A、Bの負荷が45%であり、負荷率範囲の下限値60%を下回るために1台減段した場合、減

段後には、1台の熱源機Aの負荷率が90%となり、負荷率範囲の上限値80%を超える。これにより、熱源機の増段が行われることとなり、熱源機の減段と増段とが繰り返し発生してしまう。

[0006] 他の台数制御の方法として、例えば、運転中の熱源機の台数に1台増段したときの各熱源機の負荷率が負荷率範囲の下限値を超えていた場合に1台増段し、運転中の熱源機の台数を1台減段したときの各熱源機の負荷率が負荷率範囲の上限値以内の場合に1台減段する方法が考えられる。

[0007] しかしながら、この方法でも、熱源機の発停が頻繁に繰り返される可能性がある。例えば、図8に示すように、負荷率範囲の上限値が60%、下限値が20%に設定されていた場合であって、2台の熱源機A、Bの冷凍負荷が25%であった場合、1台減段した場合の熱源機負荷は50%であるため、減段の条件を満たすとして1台減段される。1台減段後において、熱源機Aの負荷率は50%となり、今度は、1台増段した場合の熱源機負荷が25%となるため、増段の条件を満たすこととなり、1台増段される。これにより、熱源機の減段と増段とが繰り返し発生してしまう。

[0008] 本発明は、熱源機の発停が頻繁に繰り返されることを防止することのできる熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第1態様は、複数の熱源機を備える熱源システムに適用され、各前記熱源機に対して起動指令及び停止指令を出力することにより、前記熱源機の台数制御を行う熱源システムの台数制御装置であって、熱源機を増段させるときの基本条件が前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている増段基本条件、及び、熱源機を減段させるときの基本条件が、前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている減段基本条件とが格納されている記憶手段と、前記増段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台増段した際に前記減段基本条件を満たすか否かを判定し、前記減段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を1台起動させ

る起動指示手段と、前記減段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台減段した際に前記増段基本条件を満たすか否かを判定し、前記増段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を1台停止させる停止指示手段とを具備する熱源システムの台数制御装置である。

- [0010] 本態様によれば、現在の運転状態が増段基本条件を満たしていると判断した場合に、この判定に従って実際に増段を行う場合を想定し、この状態で減段基本条件を満たさないことを確認してから増段の最終的な判断を行う。また、同様に、現在の運転状態が減段基本条件を満たしていると判断した場合に、この判定に従って実際に減段を行う場合を想定し、この状態で増段基本条件を満たさないことを確認してから減段の最終的な判断を行う。これにより、減段と増段とが頻繁に繰り返されることを抑制することができる。
- [0011] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記起動指示手段は、要求冷凍負荷が、運転中の各前記熱源機を予め設定されている負荷率範囲の上限値で運転させたときの第1冷凍負荷よりも大きい場合に前記増段基本条件を満たすと判断することとしてもよい。
- [0012] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記停止指示手段は、要求冷凍負荷が、運転中の各前記熱源機を予め設定されている負荷率範囲の下限値で運転させたときの第2冷凍負荷よりも小さい場合に、前記減段基本条件を満たすと判断することとしてもよい。
- [0013] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記起動指示手段は、現在の運転台数を1台増段した際に、前記減段基本条件を満たしていない状態が予め設定されている所定期間維持されたか否かを判定し、該条件を満たしていない状態が前記所定時間維持された場合に、前記熱源機を1台起動させることとしてもよい。
- [0014] このように所定期間における運転状態を考慮して増段の最終決定をすることにより、ノイズの影響を回避でき、増段の誤判断を低減することができる。
- [0015] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記停止指示手段は、現在の

運転台数を1台減段した際に、前記増段基本条件を満たしていない状態が予め設定されている所定期間維持されたか否かを判定し、該条件を満たしていない状態が前記所定時間維持された場合に、前記熱源機を1台停止させることとしてもよい。

- [0016] このように所定期間維持されたか否かを判定することで、ノイズの影響を回避でき、減段の誤判断を低減することができる。
- [0017] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記要求冷凍負荷は、予め設定された所定時間における前記要求冷凍負荷を平準化した値であってもよい。
- [0018] このように、所定期間における平準値を用いることで、ノイズの影響を回避でき、増段や減段の誤判断を低減することができる。
- [0019] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記起動指示手段は、前記負荷率範囲の上限値以上に設定された強制増段負荷率を保有しており、前記熱源機の負荷率が前記強制増段負荷率以上である場合に前記熱源機を強制的に1台起動させてもよい。
- [0020] このように強制負荷率を設定しておき、熱源機負荷率が強制増段負荷率に達した場合には強制的に増段を行うので、より確実に要求負荷を満足する運転を行うことが可能となる。
- [0021] 上記熱源システムの台数制御装置において、前記起動指示手段は、前記負荷率範囲の下限値以下に設定された強制減段負荷率を保有しており、前記熱源機の負荷率が前記強制減段負荷率以下である場合に、前記熱源機を強制的に1台停止させることとしてもよい。
- [0022] このように強制減段負荷率を設定しておき、熱源機負荷率が強制減段負荷率に達した場合には強制的に減段を行うので、より適切な状態で各熱源機を運転させることができる。
- [0023] 本発明の第2態様は、複数の熱源機と、上記のいずれかに記載の熱源システムの台数制御装置とを備える熱源システムである。
- [0024] 本発明の第3態様は、複数の熱源機を備える熱源システムに適用され、各

前記熱源機に対して起動指令及び停止指令を出力することにより、前記熱源機の台数制御を行う熱源システムの台数制御方法であって、熱源機を増段させるときの基本条件が前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている増段基本条件、及び、熱源機を減段させるときの基本条件が、前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている減段基本条件とを予め記憶させておき、前記増段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台増段した際に前記減段基本条件を満たすか否かを判定し、前記減段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を1台起動させる起動指示過程と、前記減段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台減段した際に前記増段基本条件を満たすか否かを判定し、前記増段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を1台停止させる停止指示過程とを具備する熱源システムの台数制御方法である。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、熱源機の発停が頻繁に繰り返されることを防止することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の第1実施形態に係る熱源システムの構成を概略的に示した図である。

[図2]図1の熱源機にターボ熱源機を適用した場合の詳細構成を示した図である。

[図3]図1に示した熱源システムの制御系の構成を概略的に示した図である。

[図4]本発明の第1実施形態に係る上位制御装置が備える台数制御に関する機能を主に示した機能ブロック図である。

[図5]本発明の第1実施形態に係る台数制御方法の手順を示したフローチャートである。

[図6]100%負荷で運転している場合でも増段が適切に行えない場合を例示した図である。

[図7]従来の台数制御の問題点について説明するための図である。

[図8]従来の台数制御の問題点について説明するための図である。

[図9]本発明の第3実施形態に係る台数制御方法の手順を示したフローチャートである。

[図10]本発明の第3実施形態に係る台数制御方法の手順を示したフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0027] [第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態に係る熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システムについて、図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1実施形態に係る熱源システム1の構成を概略的に示した図である。熱源システム1は、例えば、空調機や給湯機、工場設備等の外部負荷3に対して供給する冷水(熱媒)を冷却または加熱する複数の熱源機11a、11b、11cを備えている。図1では、3台の熱源機11a、11b、11cが設置されている場合について例示しているが、熱源機の設置台数については任意に決定することができる。

[0028] 冷水流れからみた各熱源機11a、11b、11cの上流側には、それぞれ、冷水を圧送する冷水ポンプ12a、12b、12cが設置されている。これら冷水ポンプ12a、12b、12cによって、リターンヘッダ14からの冷水が各熱源機11a、11b、11cへと送られる。各冷水ポンプ12a、12b、12cは、インバータモータ(図示略)によって駆動されるようになっており、これにより、回転数を可変とすることで可変流量制御される。

[0029] サプライヘッダ13には、各熱源機11a、11b、11cにおいて得られた冷水が集められるようになっている。サプライヘッダ13に集められた冷水は、外部負荷3に供給される。外部負荷3にて空調等に供されて温度が変化した冷水は、リターンヘッダ14に送られる。冷水は、リターンヘッダ14において分岐され、各熱源機11a、11b、11cに送られる。

[0030] サプライヘッダ13とリターンヘッダ14との間にはバイパス配管18が

設けられている。バイパス配管 18 に設けられたバイパス弁 19 の開度を調整することにより、外部負荷 3 へ供給する冷水量を調整することができる。

[0031] 図 2 には、熱源機 11a、11b、11c にターボ冷凍機を適用した場合の詳細構成が示されている。同図では、理解の容易のため、3 台並列に設けられた熱源機のうち、一つの熱源機 11a のみが示されている。

熱源機 11a は、2 段圧縮 2 段膨張サブクールサイクルを実現する構成となっている。このターボ冷凍機は、冷媒を圧縮するターボ圧縮機 31 と、ターボ圧縮機 31 によって圧縮された高温高圧のガス冷媒を凝縮する凝縮器 32 と、凝縮器 32 にて凝縮された液冷媒に対して過冷却を与えるサブクーラ 33 と、サブクーラ 33 からの液冷媒を膨張させる高圧膨張弁 34 と、高圧膨張弁 34 に接続されるとともにターボ圧縮機 31 の中間段および低圧膨張弁 35 に接続される中間冷却器 37 と、低圧膨張弁 35 によって膨張させられた液冷媒を蒸発させる蒸発器 36 とを備えている。

[0032] ターボ圧縮機 31 は、遠心式の 2 段圧縮機であり、インバータ 38 によって回転数制御された電動モータ 39 によって駆動されている。インバータ 38 は、熱源機制御装置 10a によってその出力が制御されている。ターボ圧縮機 31 の冷媒吸入口には、吸入冷媒流量を制御するインレットガイドベン（以下「IGV」という。）40 が設けられており、ターボ熱源機 11a の容量制御が可能となっている。

[0033] 凝縮器 32 には、凝縮冷媒圧力 P_c を計測するための圧力センサ 51 が設けられている。圧力センサ 51 の出力は、熱源機制御装置 10a に送信される。

サブクーラ 33 は、凝縮器 32 の冷媒流れ下流側に、凝縮された冷媒に対して過冷却を与えるように設けられている。サブクーラ 33 の冷媒流れ下流側直後には、過冷却後の冷媒温度 T_s を計測する温度センサ 52 が設けられている。

凝縮器 32 及びサブクーラ 33 には、これらを冷却するための冷却伝熱管 41 が挿通されている。冷却水流量 F₂ は流量計 54 により、冷却水出口温

度 T_{cool} は温度センサ 55 により、冷却水入口温度 T_{chin} は温度センサ 56 により計測されるようになっている。冷却水は、図示しない冷却塔において外部へと排熱された後に、再び凝縮器 32 及びサブクーラ 33 へと導かれるようになっている。

[0034] 中間冷却器 37 には、中間圧力 P_m を計測するための圧力センサ 57 が設けられている。蒸発器 36 には、蒸発圧力 P_e を計測するための圧力センサ 58 が設けられている。蒸発器 36 において吸熱されることによって定格温度（例えば 7°C）の冷水が得られる。蒸発器 36 には、外部負荷 3（図 1 参照）へ供給される冷水を冷却するための冷水伝熱管 42 が挿通されている。冷水流量 F_1 は流量計 59 により、冷水出口温度 T_{out} は温度センサ 60 により、冷水入口温度 T_{in} は温度センサ 61 により計測されるようになっている。

凝縮器 32 の気相部と蒸発器 36 の気相部との間には、ホットガスバイパス管 43 が設けられている。そして、ホットガスバイパス管 43 内を流れる冷媒の流量を制御するためのホットガスバイパス弁 44 が設けられている。ホットガスバイパス弁 44 によってホットガスバイパス流量を調整することにより、IGV 40 では制御が十分でない非常に小さな領域の容量制御が可能となっている。

[0035] 図 2 に示した熱源機 11a では、凝縮器 32 及びサブクーラ 33 を設け、冷媒により冷却塔において外部へと排熱した冷却水との間で熱交換を行い、冷却水を温める場合について述べたが、例えば、凝縮器 32 及びサブクーラ 33 に代えて空気熱交換器を配置し、空気熱交換器において外気と冷媒との間で熱交換を行うような構成としてもよい。

[0036] 本実施形態に適用される熱源機 11a、11b、11c は、上述した冷房機能のみを有するターボ冷凍機に限定されず、例えば、暖房機能のみ、或いは、冷房機能及び暖房機能の両方を有しているものであってもよい。また、冷媒と熱交換される媒体は、水でも空気でもよい。熱源機 11a、11b、11c は同一種類の熱源機で統一されていてもよいし、数種類の熱源機が混

在していてもよい。

[0037] 図3は、図1に示した熱源システム1の制御系の構成を概略的に示した図である。図3に示すように、各熱源機11a、11b、11cの制御装置である熱源機制御装置10a、10b、10cは、上位制御装置（台数制御装置）20と通信媒体21を介して接続されており、双方向の通信が可能な構成とされている。上位制御装置20は、例えば、熱源システム全体を制御する制御装置であり、例えば、外部負荷3の要求負荷に対して起動させる熱源機11a、11b、11cの台数制御を行う台数制御機能を有している。

[0038] 上位制御装置20、熱源機制御装置10a、10b、10cは、例えば、コンピュータであり、CPU（中央演算処理装置）、RAM（Random Access Memory）等の主記憶装置、補助記憶装置、外部の機器と通信を行うことにより情報の授受を行う通信装置などを備えている。

補助記憶装置は、コンピュータ読取可能な記録媒体であり、例えば、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等である。この補助記憶装置には、各種プログラムが格納されており、CPUが補助記憶装置から主記憶装置にプログラムを読み出し、実行することにより種々の処理を実現させる。

[0039] 図4は、本実施形態に係る上位制御装置20が備える台数制御に関する機能を主に示した機能ブロック図である。図4に示すように、上位制御装置20は、記憶部（記憶手段）22と、起動指示部（起動指示手段）23と、停止指示部（停止指示手段）24とを主な構成として備えている。

記憶部22には、熱源機を増段させるときの基本条件が熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている増段基本条件、及び、熱源機を減段させるときの基本条件が熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている減段基本条件が格納されている。

[0040] 本実施形態では、増段基本条件は、例えば、「要求冷凍負荷が、運転中の各熱源機を予め設定されている負荷率範囲の上限値で運転させたときの第1冷凍負荷よりも大きい」と規定されており、減段基本条件は、例えば、「要

求冷凍負荷が、運転中の各熱源機を予め設定されている負荷率範囲の下限値で運転させたときの第2冷凍負荷よりも小さい」と規定されている。

負荷率範囲は、任意で設定することが可能である。一例としては、熱源機の成績係数が所定値以上となる負荷率範囲に設定される。

[0041] 起動指示部23は、現在の運転状態が増段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台増段した際に減段基本条件を満たすか否かを判定し、減段基本条件を満たさないと判定した場合に、熱源機を1台起動させる指示を熱源機に対して出力する。

停止指示部24は、現在の運転状態が減段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台減段した際に増段基本条件を満たすか否かを判定し、増段基本条件を満たさないと判定した場合に、熱源機を1台停止させる指示を熱源機に対して出力する。

[0042] 以下、上位制御装置20により実行される台数制御方法について、図5を参照して説明する。図5は、台数制御方法の手順を示したフローチャートである。図5のステップSA1からステップSA5が上記起動指示部23によって実行され、ステップSA6からステップSA10が上記停止指示部24によって実行される。

[0043] まず、図5のステップSA1において、現在運転中の熱源機が予め設定されている負荷率範囲の上限値で運転した場合の熱源機の冷凍負荷 Q_{Hi_n} （第1冷凍負荷）を算出する。

冷凍負荷 Q_{Hi_n} は、以下の(1)式で算出される。

[0044] [数1]

$$Q_{Hi_n} = \sum_{i=1}^n q_{Hi_i} \quad \dots \quad (1)$$

[0045] 上記(1)式において、qは熱源機の能力、Hiは負荷率範囲の上限値、

n は現在の熱源機運転台数である。

[0046] 続いて、ステップ S A 2 では、現在の熱源全体に対する要求冷凍負荷 Q がステップ S A 1 で算出した第 1 冷凍負荷 Q_{Hi_n} よりも大きいか否かを判定する。ここで、現在の要求冷凍負荷 Q は、以下の（2）式で与えられる。

$$[0047] Q = \Delta T \times F_c \times c \quad \dots \quad (2)$$

[0048] （2）式において、 ΔT は熱源機の冷水入口温度 T_{in} と冷水出口温度 T_{out} の差、 F_c は冷水流量、 c は比熱である。

[0049] ステップ S A 2 において、現在の要求冷凍負荷 Q が第 1 冷凍負荷 Q_{Hi_n} よりも大きい場合には、ステップ S A 3 に進む。

ステップ S A 3 では、現在運転中の熱源機台数 n に 1 台増段させた状態を想定し、この状態で、各熱源機を負荷率範囲の下限値で運転した場合の第 3 冷凍負荷 Q_{Lo_n+1} を算出する。

第 3 冷凍負荷 Q_{Lo_n+1} は、以下の（3）式で算出される。

[0050] [数2]

$$Q_{Lo_n+1} = \sum_{i=1}^{n+1} q_{Lo_i} \quad \dots \quad (3)$$

[0051] 上記（3）式において、 q は熱源機の能力、 L は負荷率範囲の下限値、 $n + 1$ は増段後の熱源機運転台数である。

[0052] 続いて、ステップ S A 4 では、現在の要求冷凍負荷 Q が第 3 冷凍負荷 Q_{Lo_n+1} よりも大きいか否かを判定する。この結果、要求冷凍負荷 Q が第 3 冷凍負荷 Q_{Lo_n+1} 以下である場合には（ステップ S A 4 において「NO」）、増段を行わずにステップ S A 1 に戻る。一方、要求冷凍負荷 Q が第 3 冷凍負荷 Q_{Lo_n+1} よりも大きい場合には（ステップ S A 4 において「YES」）、ステップ S A 5 に進み、熱源機を 1 台増設させ、ステップ S A 1 に戻る。

[0053] 一方、ステップ S A 2 において、現在の熱源全体に対する要求冷凍負荷 Q

がステップ S A 1 で算出した第 1 冷凍負荷 Q_{Hi_n} 以下であった場合（ステップ S A 2 において「NO」）には、ステップ S A 6 に進む。

ステップ S A 6 では、現在の運転中の熱源機が予め設定されている負荷率範囲の下限値で運転した場合の第 2 冷凍負荷 Q_{Lo_n} を算出する。

第 2 冷凍負荷 Q_{Lo_n} は、以下の（4）式で算出される。

[0054] [数3]

$$Q_{Lo_n} = \sum_{i=1}^n q_{Lo_i} \quad \dots \quad (4)$$

[0055] 上記（4）式において、 q は熱源機の能力、 L_o は負荷率範囲の下限値、 n は現在の熱源機運転台数である。

[0056] 続いて、ステップ S A 7 では、現在の要求冷凍負荷 Q が第 2 冷凍負荷 Q_{Lo_n} よりも小さいか否かを判定する。この結果、現在の要求冷凍負荷 Q が第 2 冷凍負荷 Q_{Lo_n} 以上である場合には、ステップ S A 1 に戻る。一方、現在の要求冷凍負荷 Q が第 2 冷凍負荷 Q_{Lo_n} よりも小さい場合には（ステップ S A 7 において「YES」）、ステップ S A 8 に進む。

ステップ S A 8 では、現在運転中の熱源機台数 n に 1 台減段させた場合を想定し、この状態で、各熱源機を負荷率範囲の上限値で運転した場合の第 4 冷凍負荷 Q_{Hi_n-1} を算出する。

第 4 冷凍負荷 Q_{Hi_n-1} は、以下の（5）式で算出される。

[0057] [数4]

$$Q_{Hi_n-1} = \sum_{i=1}^{n-1} q_{Hi_i} \quad \dots \quad (5)$$

[0058] 上記（5）式において、 q は熱源機の能力、 H_i は負荷率範囲の上限値、

$n - 1$ は減段後の熱源機運転台数である。

[0059] 続いて、ステップ S A 9 では、現在の要求冷凍負荷 Q が第 4 冷凍負荷 Q_{Hi_n-1} よりも小さいか否かを判定する。この結果、要求冷凍負荷 Q が第 4 冷凍負荷 Q_{Hi_n-1} 以上の場合には（ステップ S A 9において「NO」）、減段を行わずにステップ S A 1 に戻る。一方、要求冷凍負荷 Q が第 4 冷凍負荷 Q_{Hi_n-1} よりも小さい場合には（ステップ S A 9において「YES」）、ステップ S A 10 に進み、熱源機を 1 台減段させ、ステップ S A 1 に戻る。

[0060] 以上、説明してきたように、本実施形態に係る熱源システムの台数制御装置 20 及びその方法並びに熱源システム 1 によれば、現在起動している熱源機の冷凍能力と熱源機全体の要求冷凍能力とを比較するだけではなく、現在の熱源機の起動台数を増段または減段した後の熱源機全体の冷凍能力と熱源機全体の要求冷凍能力とを比較して、増段または減段を決定するので、増段と減段とが頻繁に繰り返されることを抑制でき、安定した熱源機の台数制御を実現することができる。

[0061] [第 2 実施形態]

以下、本発明の第 2 実施形態に係る熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システムについて説明する。

一般的に、熱源システムにおける要求冷凍負荷 Q は、上述した(2)式で表わされるように、熱源機の冷水入口温度 T_{in} 及び冷水出口温度 T_{out} 、冷水流量 F_1 などから算出される。したがって、計測値にノイズが発生することにより、要求冷凍負荷 Q の値が揺らいでしまい、増段や減段の誤判断を招く可能性がある。

従って、本実施形態に係る熱源システムでは、このようなノイズによる増段及び減段のご判断を回避するために、図 5 に示したステップ S A 4 及びステップ S A 9 の処理を以下のような判断に変更する。

[0062] すなわち、本実施形態においては、ステップ S A 4 において、現在の要求冷凍負荷 Q が第 3 冷凍負荷 Q_{Lo_n+1} よりも大きい状態が予め設定された所定時間（例えば、300 秒）維持された場合に、熱源機を追加起動させ（ステップ

S A 5)、同様に、ステップ S A 9において、現在の要求冷凍負荷 Q が第 4 冷凍負荷 Q_{Hi_n-1} よりも小さい状態が予め設定された所定時間（例えば、300 秒）維持された場合に、熱源機を 1 台停止させる。

[0063] このようにすることで、ステップ S A 4、ステップ S A 9において、瞬時に条件を満たすような場合における増段、減段の誤判断を回避することが可能となる。

[0064] 上記態様に代えて、例えば、ステップ S A 4、ステップ S A 9において用いられる要求冷凍負荷 Q を所定時間において平準化した値としてもよい。ここで用いる平準化手法は、平均化、一次遅れ等の公知の手法を採用することが可能である。このようにすることで、同様の効果を得ることが可能となる。

[0065] [第 3 実施形態]

以下、本発明の第 3 実施形態に係る熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システムについて説明する。

例えば、上述した第 1、第 2 実施形態に係る台数制御を行った場合、熱源機が定格負荷に対して負荷率 100% で運転されていたとしても、増段の条件が合わず、要求負荷を満足できない場合が生ずる。

[0066] 例えば、図 6 に示すように、負荷率範囲の下限値が 60%、上限値が 80% に設定されている場合において、1 台の熱源機 A が負荷率 100% で運転されていた場合、図 5 のステップ S A 2 の条件は満たすが、起動台数を 2 台に増段した場合にはステップ S A 4 における条件を満たさなくなってしまうために、増段は行われない。

[0067] 例えば、上記 (2) 式にも示したように、要求冷凍負荷 Q を現在の熱源機の運転状態から算出する場合、熱源機が負荷 100% で運転されてしまうと、熱源機の仕様によっては過負荷での能力が出せないため、一定以上の能力を出力できない、つまり一定以上の負荷とならない。

[0068] そのため、現在の熱源機の負荷が一定値以上とならず、実際には増段が必要な場合でも、図 5 に示した処理フローでは増段が発生しない可能性がある

。これは、要求冷凍負荷を現在の熱源機の運転状態から算出しているためであり、要求冷凍負荷が運転中の冷凍機能力以上とならず、要求冷凍負荷を正しく求めることができない可能性があるためである。

図5の処理フローでは、一定時間以上の増段条件あるいは減段条件が増減段成立のための必要条件となっているが、この処理フローでは急激な負荷の増加や減少に対応できない。

[0069] 本実施形態においては、起動指示部23が負荷率範囲の上限値以上に設定された強制増段負荷率を予め保有しており、熱源機の負荷率が強制増段負荷率に達した場合には、図5におけるステップSA1からステップSA4の処理を行わずに、熱源機を強制的に1台起動させることとした。

また、減段の場合も同様に、停止指示部24が負荷率範囲の下限値以下に設定された強制減段負荷率を予め保有しておき、熱源機の負荷率が強制減段負荷率に達した場合には、図5におけるステップSA6からステップSA9の処理を行わずに、熱源機を強制的に1台停止させることとした。

[0070] 図9及び図10は、本実施形態に係る台数制御方法の一例を示したフローチャートである。図9のステップSB1において、現在の要求冷凍負荷Qが強制増段負荷率に定格負荷と現在の熱源機運転台数nとを乗算した第1閾値 Q_{Hi_max} 以上であるかを判定し、この結果、現在の要求冷凍負荷Qが第1閾値 Q_{Hi_max} 以上であれば、ステップSA5に移行して、熱源機を追加起動させる。また、ステップSB1において、現在の要求冷凍負荷Qが第1閾値 Q_{Hi_max} 未満であれば、ステップSA1に移行し、上述の処理を行う。

[0071] ステップSA2において、現在の要求冷凍負荷QがステップSA1で算出した第1冷凍負荷 Q_{Hi_n} 以下であると判定された場合には、ステップSB2（図10参照）に移行し、現在の要求冷凍負荷Qが強制減段負荷率に定格負荷と現在の熱源機運転台数nとを乗算した第2閾値 Q_{Lo_min} 以下であるか否かを判定する。この結果、現在の要求冷凍負荷Qが第2閾値 Q_{Lo_min} 以下であれば、ステップSA10に移行して、熱源機を1台停止させる。一方、現在の要求冷凍負荷Qが第2閾値 Q_{Lo_min} よりも大きければ、ステップSA6に移行し、上述

した処理を行う。

- [0072] 本実施形態に係る熱源システムの台数制御装置及びその方法並びに熱源システムによれば、負荷率範囲の上限値以上に設定された強制増段負荷率を予め設定しておき、熱源機負荷率が強制増段負荷率に達した場合には強制的に熱源機を追加起動させることとしたので、適切に増段を行うことができ、より確実に要求負荷を満足する運転を行うことが可能となる。また、同様に、負荷率範囲の下限値以下に設定された強制減段負荷率を予め設定しておき、熱源機負荷率が強制減段負荷率に達した場合には強制的に熱源機を1台停止させることとしたので、適切に減段を行うことができる。
- [0073] 本実施形態では、単に第1閾値、第2閾値に達したか否かを判定することとしたが、これに代えて、そのような状態が所定期間維持された場合に、熱源機の追加起動、1台停止を行うこととしてもよい。

本実施形態では、熱源機全体の負荷を対象として判断したが、各熱源機の負荷率を個別に強制増段負荷率、強制減段負荷率と比較し、追加起動、1台停止の判断をすることとしてもよい。

符号の説明

- [0074] 1 热源システム
2 0 上位制御装置
2 2 記憶部
2 3 起動指示部
2 4 停止指示部

請求の範囲

- [請求項1] 複数の熱源機を備える熱源システムに適用され、各前記熱源機に対して起動指令及び停止指令を出力することにより、前記熱源機の台数制御を行う熱源システムの台数制御装置であって、
熱源機を増段させるときの基本条件が前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている増段基本条件、及び、熱源機を減段させるときの基本条件が、前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている減段基本条件が格納されている記憶手段と、
前記増段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台増段した際に前記減段基本条件を満たすか否かを判定し、前記減段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を1台起動させる起動指示手段と、
前記減段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を1台減段した際に前記増段基本条件を満たすか否かを判定し、前記増段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を1台停止させる停止指示手段と
を具備する熱源システムの台数制御装置。
- [請求項2] 前記起動指示手段は、要求冷凍負荷が、運転中の各前記熱源機を予め設定されている負荷率範囲の上限値で運転させたときの第1冷凍負荷よりも大きい場合に前記増段基本条件を満たすと判断する請求項1に記載の熱源システムの台数制御装置。
- [請求項3] 前記停止指示手段は、要求冷凍負荷が、運転中の各前記熱源機を予め設定されている負荷率範囲の下限値で運転させたときの第2冷凍負荷よりも小さい場合に前記減段基本条件を満たすと判断する請求項1または請求項2に記載の熱源システムの台数制御装置。
- [請求項4] 前記起動指示手段は、現在の運転台数を1台増段した際に、前記減段基本条件を満たしていない状態が予め設定されている所定期間維持されたか否かを判定し、該条件を満たしていない状態が前記所定期間

維持された場合に、前記熱源機を1台起動させる請求項1から請求項3のいずれかに記載の熱源システムの台数制御装置。

[請求項5] 前記起動指示手段は、現在の運転台数を1台減段した際に、前記増段基本条件を満たしていない状態が予め設定されている所定期間維持されたか否かを判定し、該条件を満たしていない状態が前記所定時間維持された場合に、前記熱源機を1台停止させる請求項1から請求項4のいずれかに記載の熱源システムの台数制御装置。

[請求項6] 前記要求冷凍負荷は、予め設定された所定時間における前記要求冷凍負荷を平準化した値である請求項2または請求項3に記載の熱源システムの台数制御装置。

[請求項7] 前記起動指示手段は、前記負荷率範囲の上限値以上に設定された強制増段負荷率を保有しており、前記熱源機の負荷率が前記強制増段負荷率以上である場合に、前記熱源機を強制的に1台起動させる請求項2から請求項6のいずれかに記載の熱源システムの台数制御装置。

[請求項8] 前記起動指示手段は、前記負荷率範囲の下限値以下に設定された強制減段負荷率を保有しており、前記熱源機の負荷率が前記強制減段負荷率以下である場合に、前記熱源機を強制的に1台停止させる請求項2から請求項7のいずれかに記載の熱源システムの台数制御装置。

[請求項9] 複数の熱源機と、
請求項1から請求項8のいずれかに記載の熱源システムの台数制御装置と
を備える熱源システム。

[請求項10] 複数の熱源機を備える熱源システムに適用され、各前記熱源機に対して起動指令及び停止指令を出力することにより、前記熱源機の台数制御を行う熱源システムの台数制御方法であって、
熱源機を増段させるときの基本条件が前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷との関係で規定されている増段基本条件、及び、熱源機を減段させるときの基本条件が、前記熱源機の冷凍負荷と要求冷凍負荷と

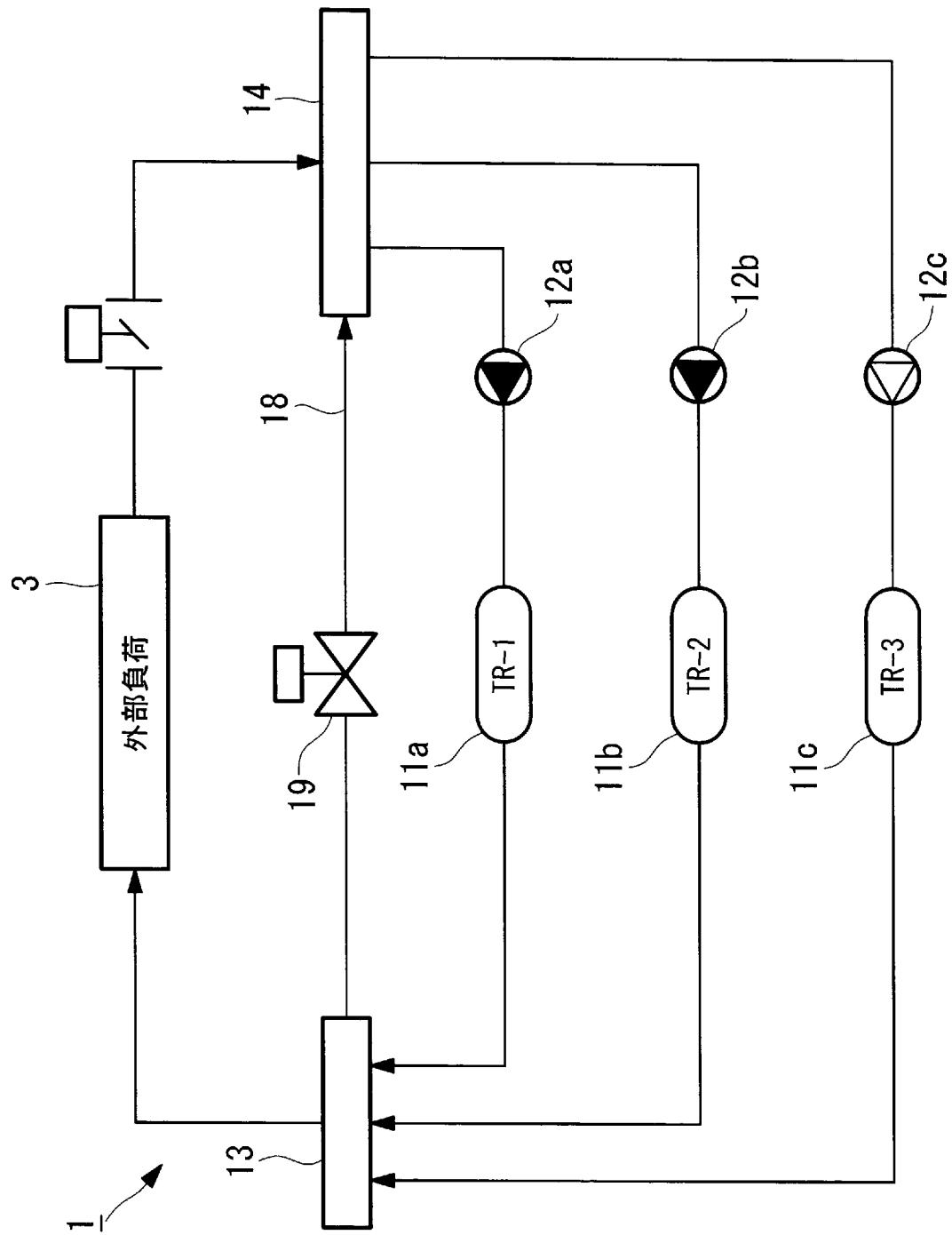
の関係で規定されている減段基本条件とを予め記憶させておき、

前記増段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を 1 台増段した際に前記減段基本条件を満たすか否かを判定し、前記減段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を 1 台起動させる起動指示過程と、

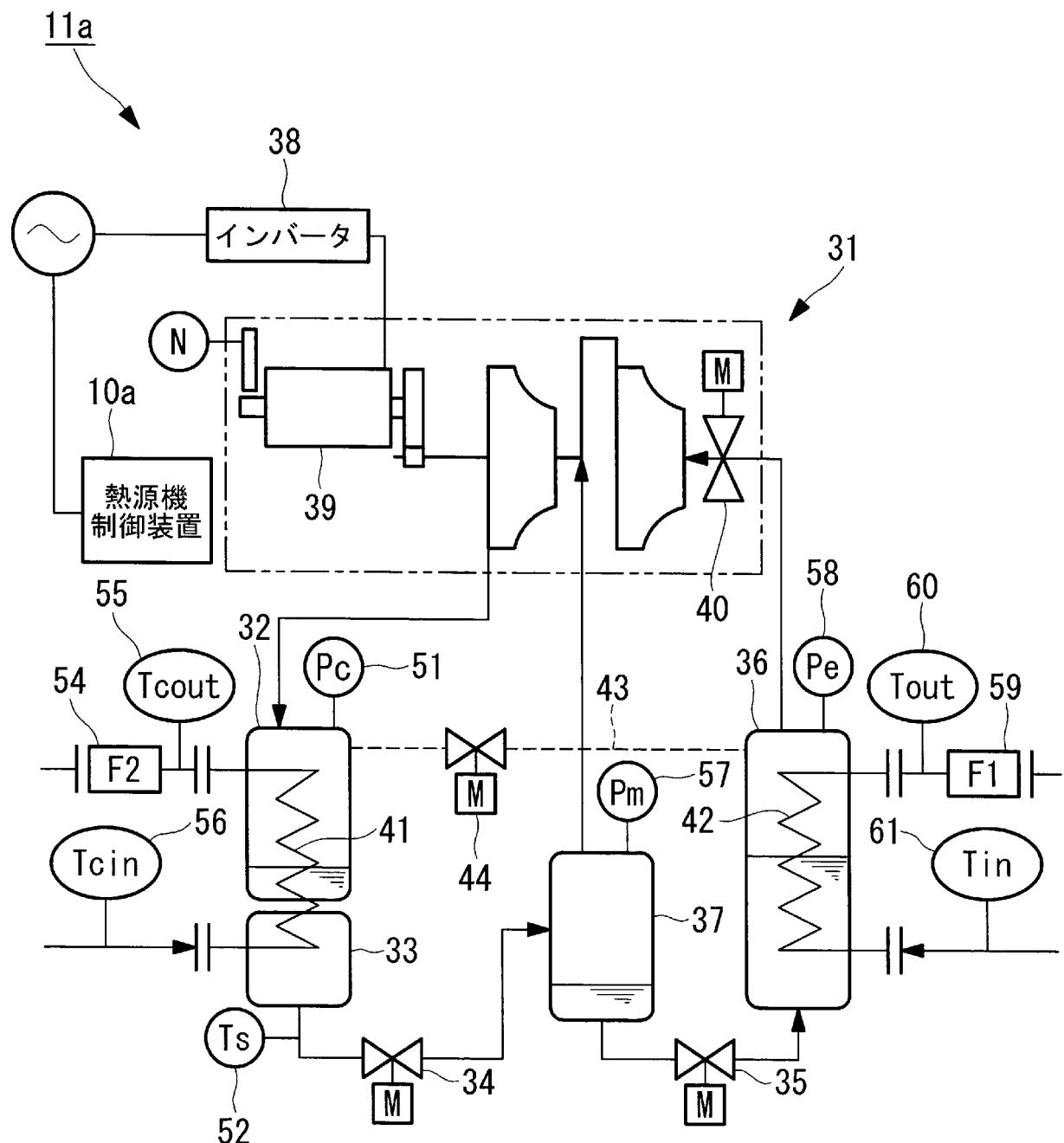
前記減段基本条件を満たす場合に、現在の運転台数を 1 台減段した際に前記増段基本条件を満たすか否かを判定し、前記増段基本条件を満たさないと判定した場合に、前記熱源機を 1 台停止させる停止指示過程と

を具備する熱源システムの台数制御方法。

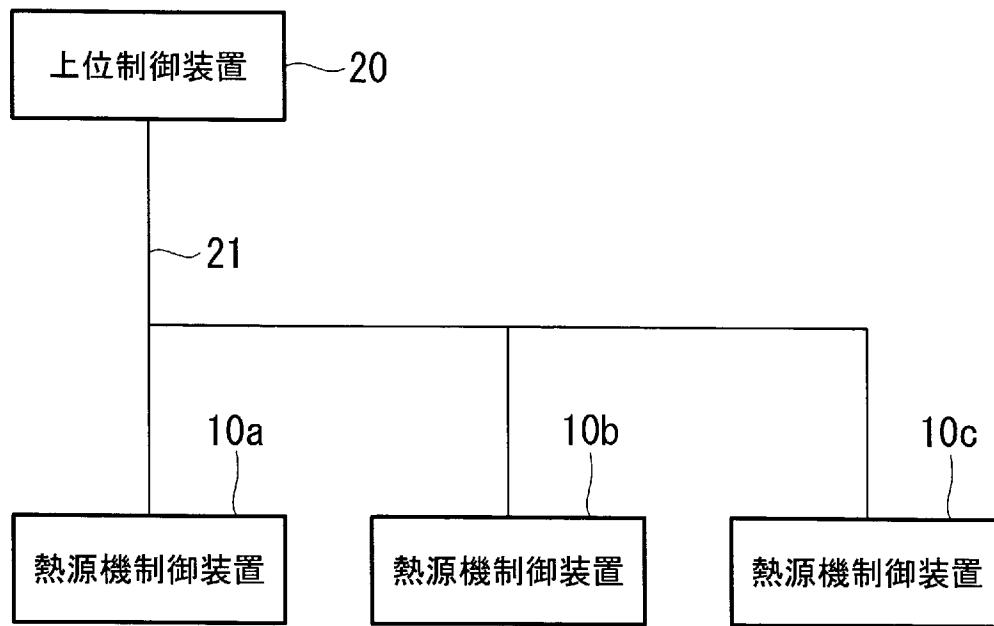
[図1]



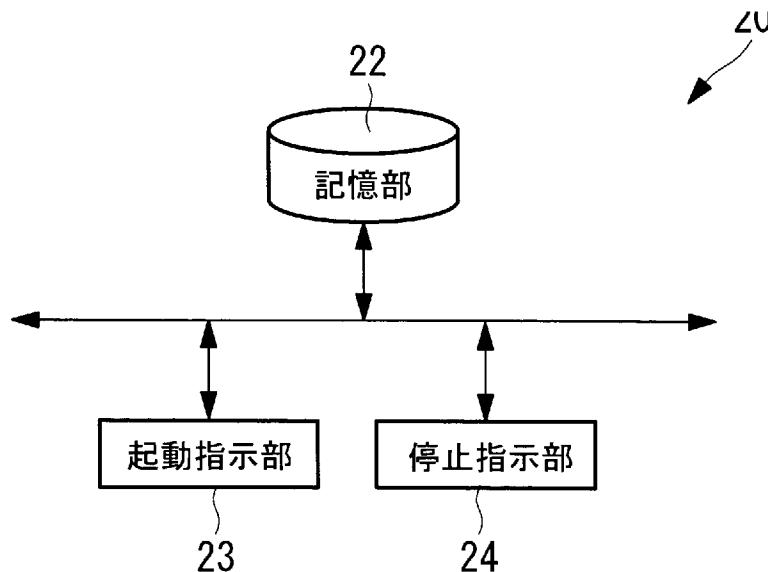
[図2]



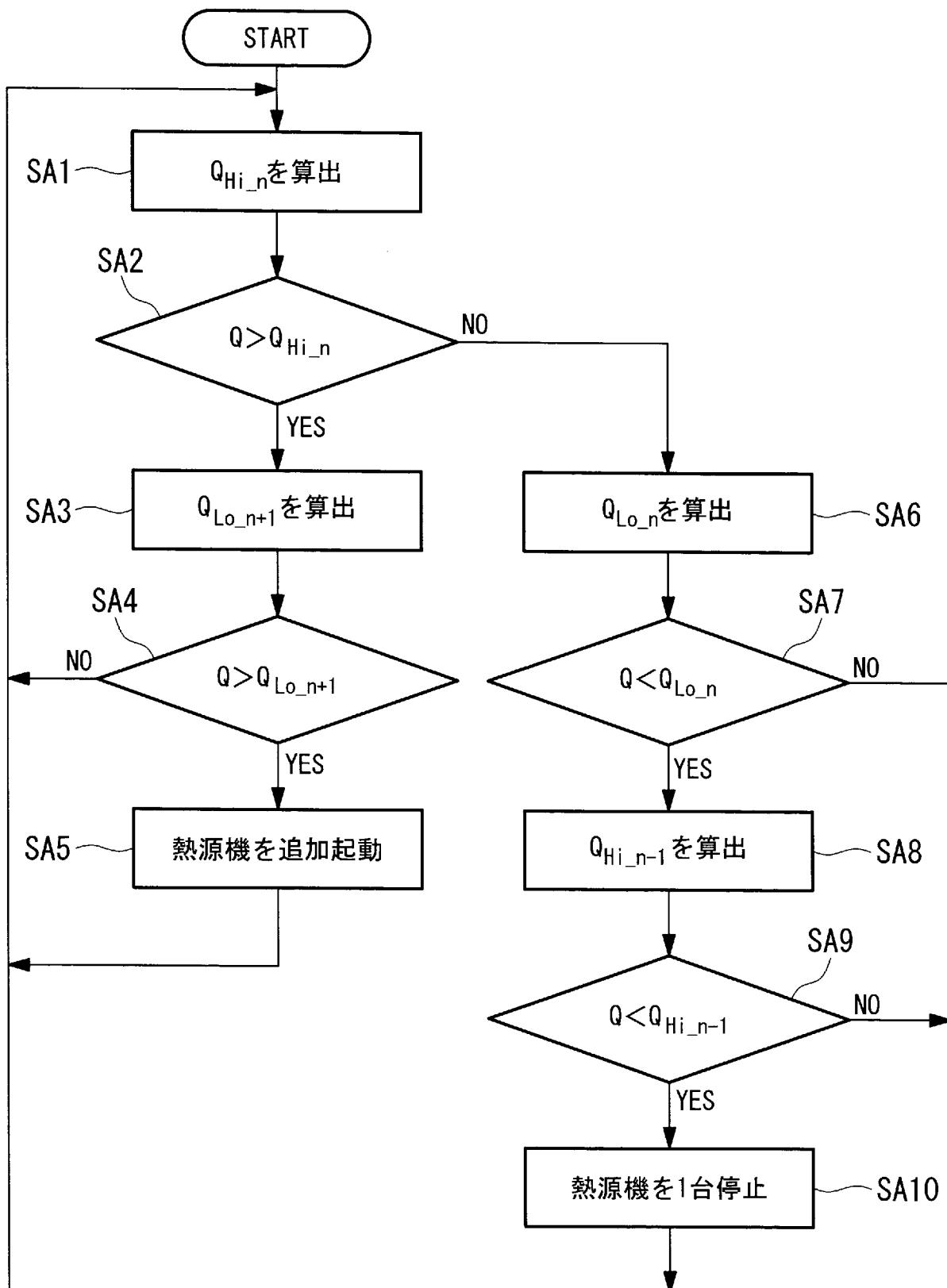
[図3]



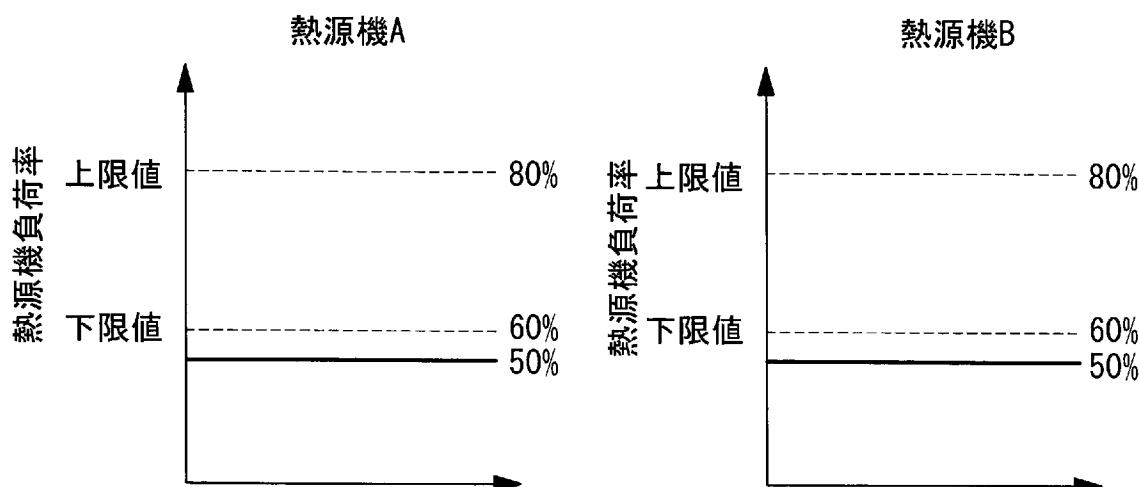
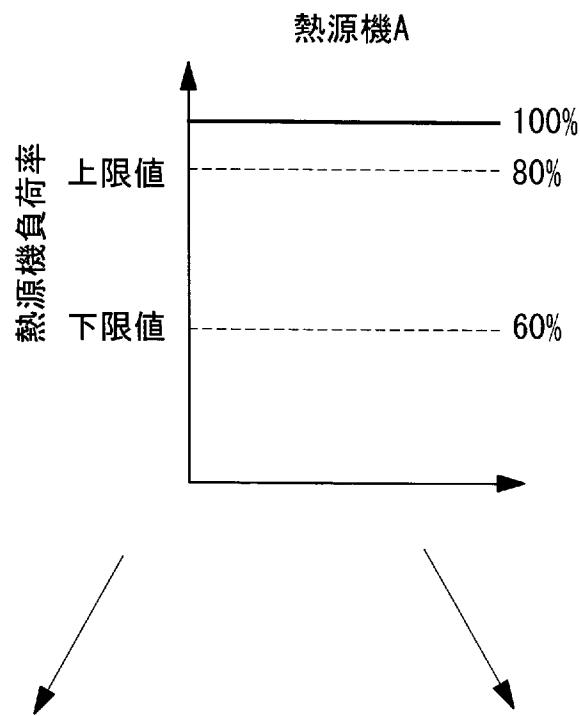
[図4]



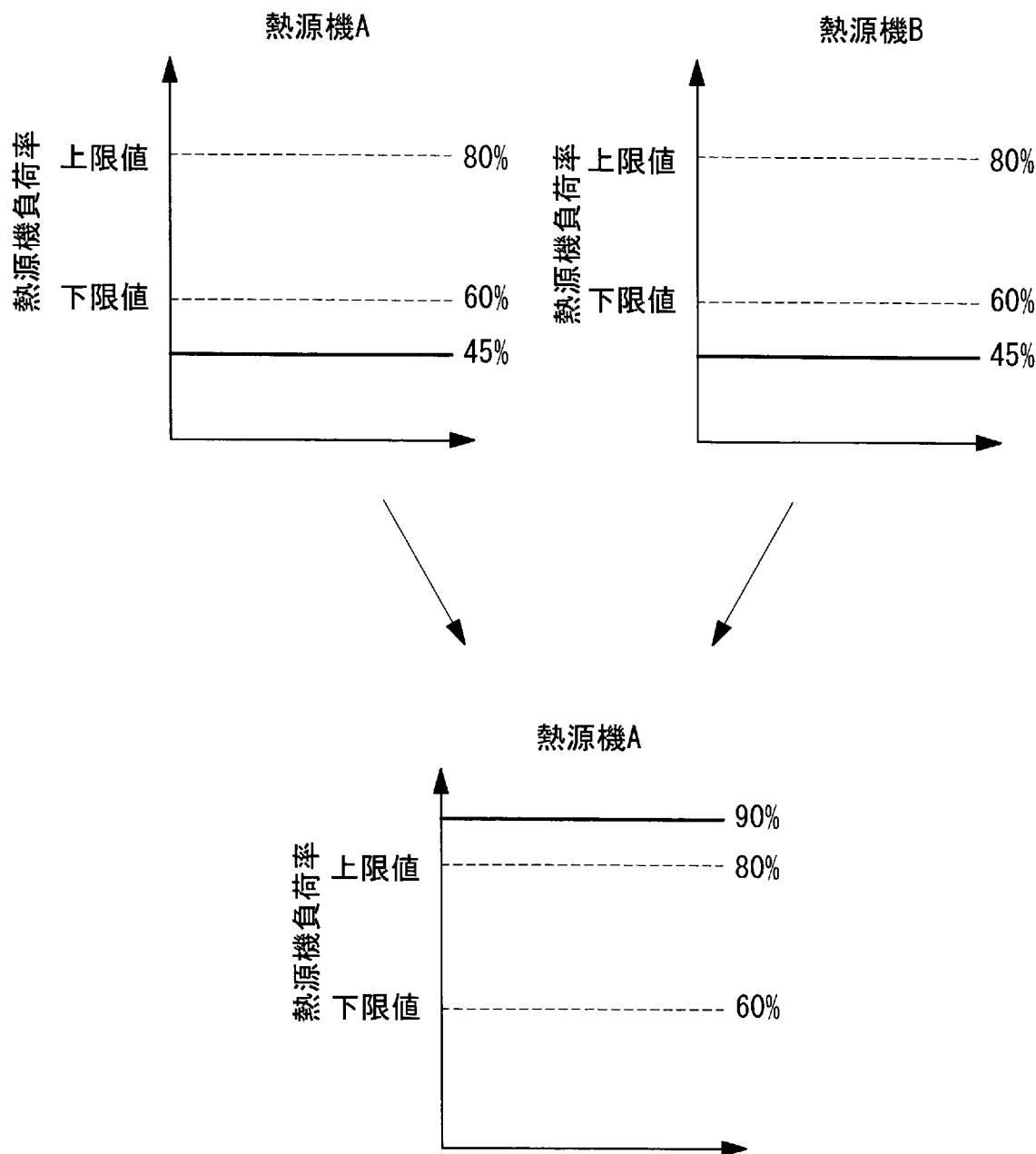
[図5]



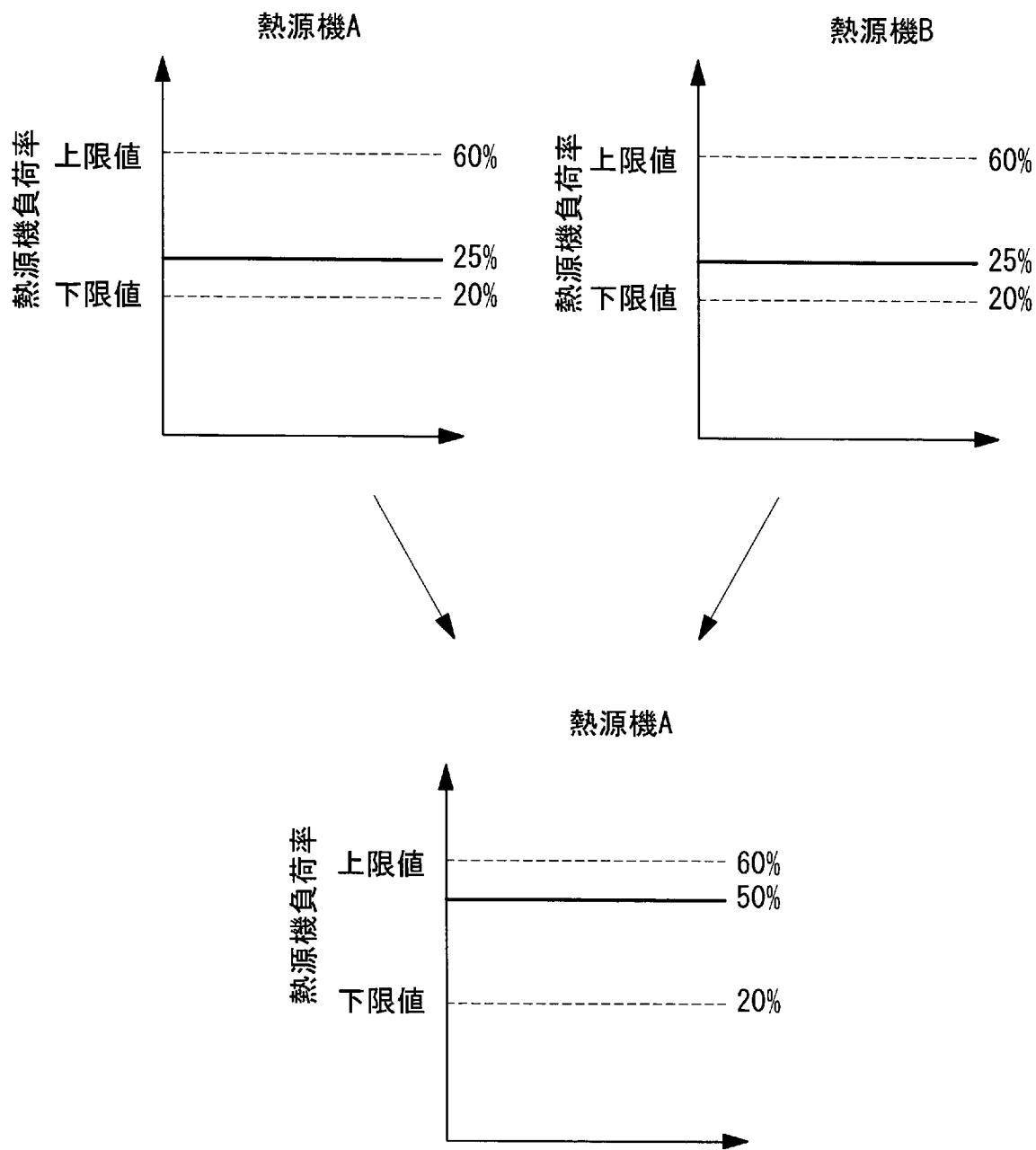
[図6]



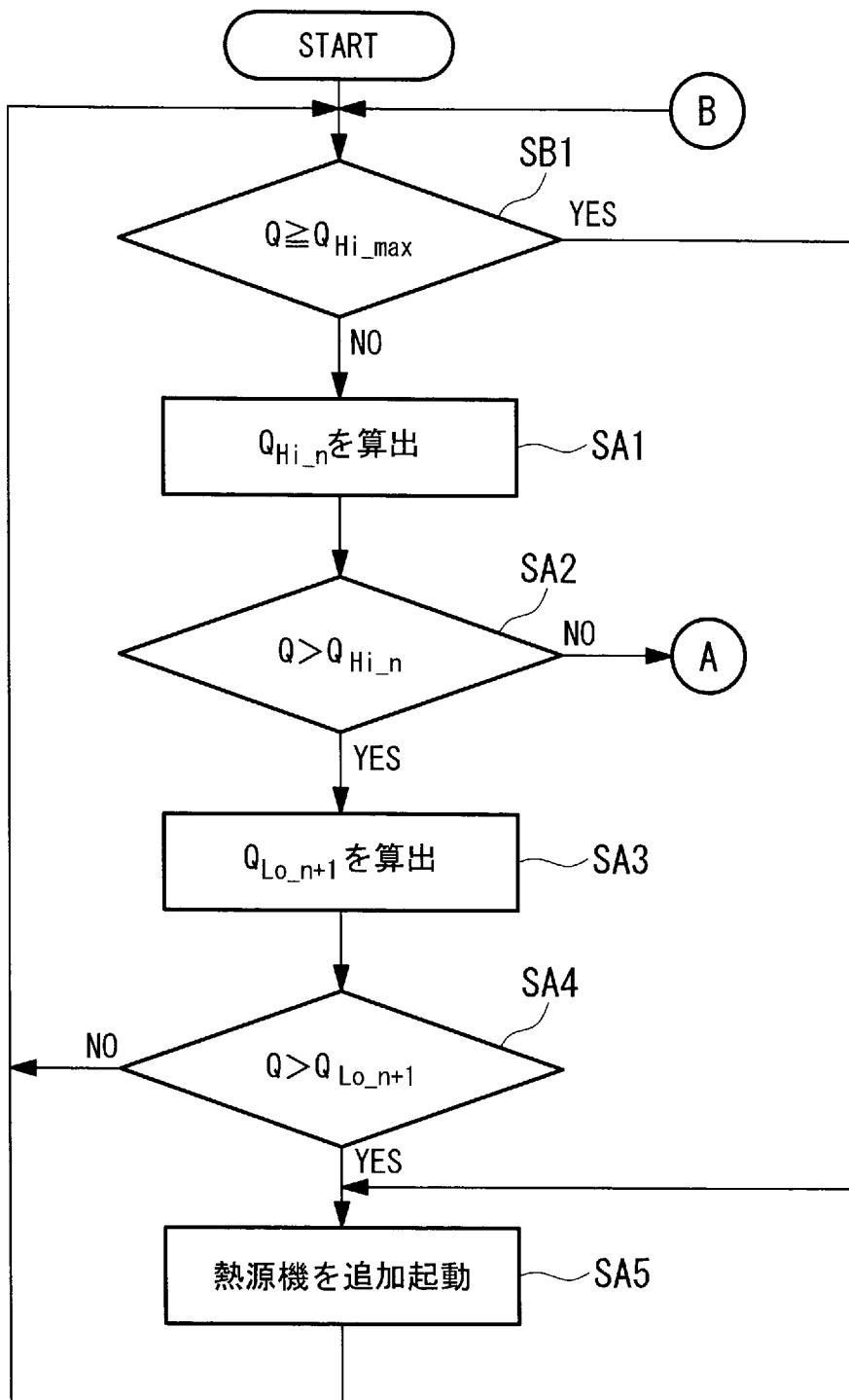
[図7]



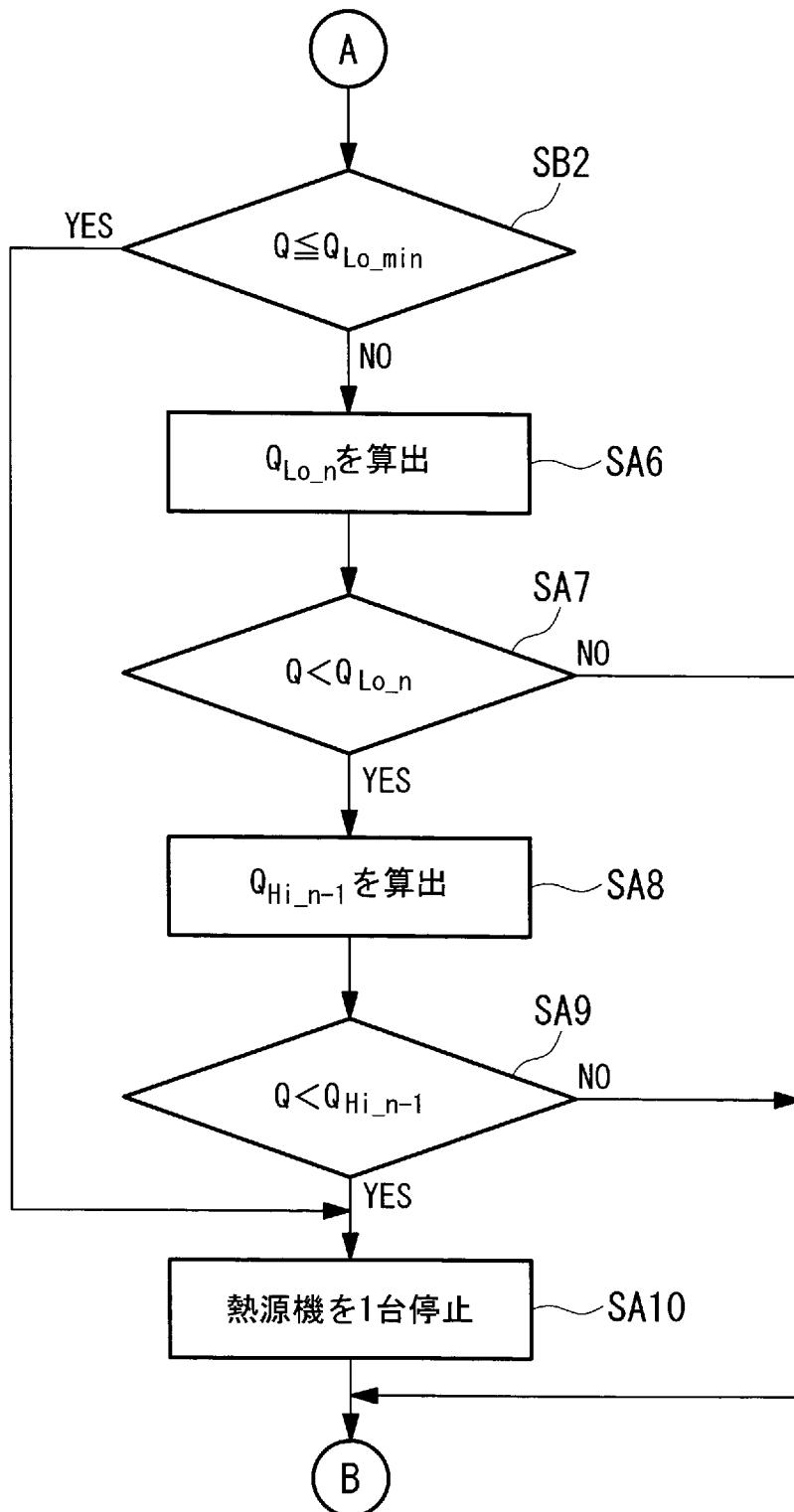
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/055107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F24F11/02 (2006.01) i, F25B1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F24F11/02, F25B1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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.
A	JP 2011-21855 A (Tonets Corp.), 03 February 2011 (03.02.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2000-257938 A (Dai-Dan Co., Ltd.), 22 September 2000 (22.09.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2010-175093 A (Taikisha Ltd.), 12 August 2010 (12.08.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 May, 2013 (01.05.13)

Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F24F11/02(2006.01)i, F25B1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F24F11/02, F25B1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2013年
日本国実用新案登録公報	1996-2013年
日本国登録実用新案公報	1994-2013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
A	JP 2011-21855 A (東洋熱工業株式会社) 2011.02.03, 全文, 全図 (アミリーなし)	1-10
A	JP 2000-257938 A (ダイダン株式会社) 2000.09.22, 全文, 全図 (アミリーなし)	1-10
A	JP 2010-175093 A (株式会社大気社) 2010.08.12, 全文, 全図 (アミリーなし)	1-10

□ C欄の続きにも文献が列挙されている。

□ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 01.05.2013	国際調査報告の発送日 14.05.2013
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/JP） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許序審査官（権限のある職員） 佐藤 正浩 電話番号 03-3581-1101 内線 3377 3M 9333