

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6219138号
(P6219138)

(45) 発行日 平成29年10月25日 (2017.10.25)

(24) 登録日 平成29年10月6日 (2017.10.6)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 4 F 11/02 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 Z
F 2 4 F 5/00 (2006.01)	F 2 4 F 11/02 1 O 2 T
	F 2 4 F 5/00 1 O 1 Z

請求項の数 20 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-237360 (P2013-237360)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成25年11月15日 (2013.11.15)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2015-96795 (P2015-96795A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成27年5月21日 (2015.5.21)	(73) 特許権者	000220262
審査請求日	平成28年8月10日 (2016.8.10)		東京瓦斯株式会社
			東京都港区海岸1丁目5番20号
		(73) 特許権者	503063168
			東京ガスエンジニアリングソリューションズ株式会社
			東京都港区海岸一丁目2番3号
		(74) 代理人	110000350
			ポレール特許業務法人
		(72) 発明者	中村 亮介
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空調運転制御システム及びその方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、

前記熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部と、前記複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部と、前記空調スケジュールに基づいた運転を行う様に前記複数台の空調機に前記制御信号を出力する空調機制御指令設定部とを備え、

前記空調負荷組合せ部が、前記空調スケジュールとして、前記総熱負荷が前記上限値を超えないように、前記複数台の空調機の設定温度とその起動時刻を決定し、

前記空調負荷組合せ部が、前記総熱負荷から前記複数台の空調機による負荷を差し引いた値と、前記上限値とに基づいて、前記複数台の空調機がとることのできる負荷範囲を求め、

前記熱負荷演算部が、前記複数台の空調機の起動時刻を仮におき、その時刻から連続的に設定温度を変化させて目標とする時刻に目標とする温度に到達するようにした時の各室温の変化による熱負荷を演算し、

前記空調負荷組合せ部が、演算した前記熱負荷が前記負荷範囲を一時的に超過しないかを判定し、一時的に超過する場合は起動時刻をさらに前の時刻に移動することを繰り返し、一時的に超過しなくなったときの、前記複数台の空調機の時間に対する設定温度を最終

10

20

的な設定温度として、この時の仮の起動時刻を起動時刻として、前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御システム。

【請求項2】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、

前記熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部と、前記複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部と、前記空調スケジュールに基づいた運転を行う様に前記複数台の空調機に前記制御信号を出力する空調機制御指令設定部とを備え、

10

前記空調負荷組合せ部が、前記空調スケジュールとして、前記総熱負荷が前記上限値を超えないように、前記複数台の空調機の設定温度とその起動時刻を決定し、

前記空調負荷組合せ部が、前記複数台の空調機の1台に対して、所定の時刻に当該空調機が対象とする部屋に設定したい目標温度から、所定温度だけ高い(冷房の場合、暖房の場合は低い)前記部屋の温度 T の状態、仮の時刻より運転を開始するとして、当該空調機の設定温度を目標温度とした場合に前記所定の時刻に前記目標温度に到達しているかを判断し、到達していない場合は順次運転開始時刻を前の時刻にすることで、前記所定の時刻に前記目標温度に到達する最も近い時刻 t を当該空調機の目標温度設定時刻として決定し、さらにそれより所定温度高い(低い)温度から、前記時刻 t に温度 T になるような時刻を求めて、それを設定温度の設定時刻として決定していく処理を順次繰り返し、所定温度高い温度が、室温を超えた後の設定温度の設定時刻を、当該空調機の起動時刻として決定し、

20

前記熱負荷演算部は、決定した前記起動時刻に基づいて当該空調機の負荷を再演算して、前記総熱負荷を求め、

前記負荷上限超過判定部が、求めた前記総熱負荷が前記上限値を超過しないかを判定し、

前記空調負荷組合せ部が、前記総熱負荷が前記上限値を超過している場合は予め定めた前記複数の空調機の優先順位に従い、前記複数の空調機の中の1台の空調機に対して負荷を演算して、前記総熱負荷を求め、前記上限値を上回らなくなった時点でその操作を終了することで、前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御システム。

【請求項3】

30

前記空調負荷組合せ部は、前記複数の空調機の前記優先順位を、前記複数の空調機の負荷の最大値が大きいものから順に設定することを特徴とする請求項2記載の空調運転制御システム。

【請求項4】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、

前記熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部と、前記複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部と、前記空調スケジュールに基づいた運転を行う様に前記複数台の空調機に前記制御信号を出力する空調機制御指令設定部とを備え、

40

前記空調負荷組合せ部が、所定の時刻に前記複数の空調機が対象とする部屋に設定する目標温度を設定温度に維持し、前記複数の各空調機の起動時刻を変化させ、

前記空調負荷組合せ部が、前記複数台の空調機の負荷を、前記複数台の各空調機が起動可能と設定する最も早い時刻に起動するとして空調負荷を、前記熱負荷演算部が作成した空調負荷を時間に対して並行移動することにより作成し、予め定めておく優先順位の高い空調機から順に、前記総熱負荷から前記複数台の空調機以外の空調負荷を引いた空調機以外の熱負荷と足し合わせ、前記上限値を一時的に超過した場合には、現在足し合わせている前記複数台の空調機の空調負荷を所定時間だけ進めた位置にずらして足し合わせ、この処理を一時的な上限の超過がなくなるまで繰り返し、一時的な上限の超過がなくなったら

50

、前記複数台の各空調機の負荷を、起動可能と設定する最も早い時刻より所定時間だけ進んだ時刻に起動するとした空調負荷を時間に対する並行移動を行うことで作成し、平行移動した前記空調負荷に対して前記足し合わせ処理を行い、さらに所定時間だけ進んだ時刻に起動する空調負荷を作成し、この処理を順次繰り返し、足し合わせる前記複数台の空調機の起動時刻が移動を行う前の前記複数台の空調機の起動時刻と一致しても一時的な上限の超過を避けられなくなるまで繰り返し、その前までに得られている空調負荷の組合せから前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御システム。

【請求項 5】

前記空調負荷組合せ部が、前記複数台の空調機の前記優先順位を熱負荷の上限値が大きいものから順に設定することを特徴とする請求項 4 記載の空調運転制御システム。

10

【請求項 6】

前記熱負荷演算部が、決定した前記空調スケジュールに基づいた総熱負荷を演算し、
前記負荷上限超過判定部が、前記上限値を超過しているかを判定し、
超過している場合は、前記空調負荷組合せ部が、再度前記複数台の空調機の前記空調スケジュールを決定することを特徴とする請求項 5 記載の空調運転制御システム。

【請求項 7】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、

前記熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部と、前記複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部と、前記空調スケジュールに基づいた運転を行う様に前記複数台の空調機に前記制御信号を出力する空調機制御指令設定部とを備え、

20

前記空調負荷組合せ部が、所定の時刻に前記複数の空調機が対象とする部屋に設定する目標温度を設定温度に維持し、前記複数の各空調機の起動時刻を変化させ、

前記熱負荷演算部が、前記複数台の空調機の中で最も早い時刻に起動する空調機の起動時刻に、起動するとした空調負荷を求め、

前記空調負荷組合せ部が、前記複数台の空調機の負荷を、前記熱負荷演算部が求めた前記空調負荷を時間に対して並行移動することにより作成し、予め定めておく優先順位の高い空調機から順に、前記総熱負荷から前記複数台の空調機以外の空調負荷を引いた空調機以外の熱負荷と足し合わせ、前記上限値を一時的に超過した場合には、足し合わせ途中の前記複数台の空調機の空調負荷を所定時間だけ進めた位置にずらして足し合わせ、この処理を一時的な上限の超過がなくなるまで繰り返し、

30

足し合わせ途中の前記複数台の空調機の起動時刻が移動を行う前の前記複数台の空調機の起動時刻と一致しても一時的な上限の超過を避けられない場合は、各空調機の負荷を、前記複数台の空調機の中で最も早い時刻より所定時間だけ前の時刻に起動するとした負荷を作成し、これに対して前記足し合わせ処理を行い、この処理を順次繰り返し、一時的な上限の超過がなくなった時点の空調負荷の組合せから前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御システム。

【請求項 8】

40

前記空調負荷組合せ部が、前記複数台の空調機の前記優先順位を熱負荷の上限値が大きいものから順に設定することを特徴とする請求項 7 記載の空調運転制御システム。

【請求項 9】

前記熱負荷演算部が、決定した前記空調スケジュールに基づいた総熱負荷を演算し、
前記負荷上限超過判定部が、前記熱負荷演算部が演算した前記総熱負荷が前記上限値を超過しているかを判定し、

演算した前記総熱負荷が前記上限値を超過している場合に、空調負荷組合せ部は再度前記空調機の前記空調スケジュールを決定することを特徴とする請求項 8 記載の空調運転制御システム。

【請求項 10】

50

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、

前記熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部と、前記複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部と、前記空調スケジュールに基づいた運転を行う様に前記複数台の空調機に前記制御信号を出力する空調機制御指令設定部とを備え、

前記熱負荷演算部が、前記複数台の各空調機の設定温度を逐次変化させた第1の空調負荷と、前記複数台の各空調機の起動時刻を元の起動時刻よりも早い時刻に起動するとした第2の空調負荷を演算し、

前記空調負荷組合せ部が、前記第1及び前記第2の空調負荷の内、前記複数台の各空調機がどちらの負荷をとるか、また早い時刻に起動するとした負荷の場合はその起動時刻がいつであるかを最適化の対象として、総CO2排出量等の指標を目的関数とした最適化問題を混合整数計画問題等の最適化手法を用いて解くことで空調負荷の組合せを求め、前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御システム。

【請求項11】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続した空調運転制御システムにおける空調運転制御方法であって、

前記空調運転制御システムは、前記複数台の空調機による負荷とそれ以外の熱負荷の和である総熱負荷が、予め指定した上限値を超過するとき、前記複数台の各空調機の負荷を再演算し、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定し、それに基づいた運転を行う様に、前記複数台の空調機に前記制御信号を出力し、

前記空調運転制御システムは、前記空調スケジュールとして、前記総熱負荷が前記上限値を超えないように、前記複数台の空調機の設定温度とその起動時刻を決定し、

前記空調運転制御システムは、前記総熱負荷から前記複数台の空調機による負荷を差し引いた値と、前記上限値とに基づいて、前記複数台の空調機がとることのできる負荷範囲を求め、前記複数台の空調機の起動時刻を仮におき、その時刻から連続的に設定温度を変化させて目標とする時刻に目標とする温度に到達するようにした時の各室温の変化による熱負荷を演算し、

演算した前記熱負荷が前記負荷範囲を一時的に超過しないかを判定し、一時的に超過する場合は起動時刻をさらに前の時刻に移動することを繰り返し、一時的に超過しなくなったときの、前記複数台の空調機の時間に対する設定温度を最終的な設定温度として、この時の仮の起動時刻を起動時刻として、前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御方法。

【請求項12】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続した空調運転制御システムにおける空調運転制御方法であって、

前記空調運転制御システムは、前記複数台の空調機による負荷とそれ以外の熱負荷の和である総熱負荷が、予め指定した上限値を超過するとき、前記複数台の各空調機の負荷を再演算し、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定し、それに基づいた運転を行う様に、前記複数台の空調機に前記制御信号を出力し、

前記空調運転制御システムは、前記空調スケジュールとして、前記総熱負荷が前記上限値を超えないように、前記複数台の空調機の設定温度とその起動時刻を決定し、

前記空調運転制御システムは、前記複数台の空調機の1台に対して、所定の時刻に当該空調機が対象とする部屋に設定したい目標温度から、所定温度だけ高い(冷房の場合、暖房の場合は低い)前記部屋の温度Tの状態、仮の時刻より運転を開始するとして、当該空調機の設定温度を目標温度とした場合に前記所定の時刻に前記目標温度に到達しているかを判断し、到達していない場合は順次運転開始時刻を前の時刻にすることで、前記所定の時刻に前記目標温度に到達する最も近い時刻tを当該空調機の目標温度設定時刻として決定し、

10

20

30

40

50

さらにそれより所定温度高い(低い)温度から、前記時刻 t に温度 T になるような時刻を求めて、それを設定温度の設定時刻として決定していく処理を順次繰り返し、所定温度高い(低い)温度が、室温を超えた後の設定温度の設定時刻を、当該空調機の起動時刻として決定し、

決定した前記起動時刻に基づいて当該空調機の手配負荷を再演算し、前記総熱負荷を求め、求めた前記総熱負荷が前記上限値を超過しないかを判定し、超過している場合は予め定めた前記複数の空調機の手配順位に従い、前記複数の空調機の手配の1台の手配機に対して負荷を演算して、前記総熱負荷を求め、前記上限値を上回らなくなった時点でその操作を終了することで、前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御方法。

10

【請求項13】

前記空調運転制御システムは、前記複数の空調機の手配優先順位を、前記複数の空調機の手配の最大値が大きいものから順に設定することを特徴とする請求項12記載の手配運転制御方法。

【請求項14】

熱源設備と、制御信号に回答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数の空調機に接続した空調運転制御システムにおける空調運転制御方法であって、

前記空調運転制御システムは、前記複数の空調機による負荷とそれ以外の熱負荷の和である総熱負荷が、予め指定した上限値を超過するとき、前記複数の各空調機の手配を再演算し、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定し、それに基づいた運転を行う様に、前記複数の空調機に前記制御信号を出力し、

20

前記空調運転制御システムは、所定の時刻に前記複数の空調機が対象とする部屋に設定する目標温度を設定温度に維持し、前記複数の各空調機の手配時刻を変化させ、

前記空調運転制御システムは、前記複数の空調機の手配を、前記複数の各空調機が起動可能と設定する最も早い時刻に起動するとした空調負荷を、作成済みの空調負荷を時間に対して並行移動することにより作成し、予め定めておく優先順位の高い空調機から順に、前記総熱負荷から前記複数の空調機以外の空調負荷を引いた空調機以外の熱負荷と足し合わせ、前記上限値を一時的に超過した場合には、現在足し合わせている前記複数の空調機の手配の空調負荷を所定時間だけ進めた位置にずらして足し合わせ、この処理を一時的な上限の超過がなくなるまで繰り返し、

30

一時的な上限の超過がなくなったら、前記複数の各空調機の手配を、起動可能と設定する最も早い時刻より所定時間だけ進んだ時刻に起動するとした空調負荷を時間に対する並行移動を行うことで作成し、平行移動した前記空調負荷に対して前記足し合わせ処理を行い、さらに所定時間だけ進んだ時刻に起動する空調負荷を作成し、この処理を順次繰り返し、足し合わせる前記複数の空調機の手配時刻が移動を行う前の前記複数の空調機の手配時刻と一致しても一時的な上限の超過を避けられなくなるまで繰り返し、その前までに得られている空調負荷の組合せから前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御方法。

【請求項15】

前記空調運転制御システムは、前記複数の空調機の手配優先順位を熱負荷の上限値が大きいものから順に設定することを特徴とする請求項14記載の手配運転制御方法。

40

【請求項16】

前記空調運転制御システムは、決定した前記空調スケジュールに基いた総熱負荷を演算し、前記上限値を超過しているかを判定し、超過している場合は再度前記複数の空調機の手配空調スケジュールを作成することを特徴とする請求項15記載の手配運転制御方法。

【請求項17】

熱源設備と、制御信号に回答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数の空調機に接続した空調運転制御システムにおける空調運転制御方法であって、

前記空調運転制御システムは、前記複数の空調機による負荷とそれ以外の熱負荷の和

50

である総熱負荷が、予め指定した上限値を超過するとき、前記複数台の各空調機の負荷を再演算し、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定し、それに基づいた運転を行う様に、前記複数台の空調機に前記制御信号を出力し、

前記空調運転制御システムは、所定の時刻に前記複数の空調機が対象とする部屋に設定する目標温度を設定温度に維持し、前記複数の各空調機の起動時刻を変化させ、

前記空調運転制御システムは、前記複数台の空調機の負荷を、前記複数台の空調機の中で最も早い時刻に起動する空調機の起動時刻に、起動するとして求めた空調負荷を時間に対して並行移動することにより作成し、

予め定めておく優先順位の高い空調機から順に、前記総熱負荷から前記複数台の空調機以外の空調負荷を引いた空調機以外の熱負荷と足し合わせ、前記上限値を一時的に超過した場合には、足し合わせ途中の前記複数台の空調機の空調負荷を所定時間だけ進めた位置にずらして足し合わせ、この処理を一時的な上限の超過がなくなるまで繰り返し、

足し合わせ途中の前記複数台の空調機の起動時刻が移動を行う前の前記複数台の空調機の起動時刻と一致しても一時的な上限の超過を避けられない場合は、前記複数台の各空調機の負荷を、前記複数台の空調機の中で最も早い時刻より所定時間だけ前の時刻に起動するとした負荷を作成し、これに対して前記足し合わせ処理を行い、この処理を順次繰り返し、一時的な上限の超過がなくなった時点の空調負荷の組合せから前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御方法。

【請求項 18】

前記空調運転制御システムは、前記複数台の空調機の前記優先順位を熱負荷の上限値が大きいものから順に設定することを特徴とする請求項 17 記載の空調運転制御方法。

【請求項 19】

前記空調運転制御システムは、決定した前記空調スケジュールに基づいた総熱負荷を演算し、演算した前記総熱負荷が前記上限値を超過しているかを判定し、超過している場合には再度前記複数台の空調機の前記空調スケジュールを行うことを特徴とする請求項 18 記載の空調運転制御方法。

【請求項 20】

熱源設備と、制御信号に応答して前記熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続した空調運転制御システムにおける空調運転制御方法であって、

前記空調運転制御システムは、前記複数台の空調機による負荷とそれ以外の熱負荷の和である総熱負荷が、予め指定した上限値を超過するとき、前記複数台の各空調機の負荷を再演算し、前記総熱負荷が前記上限値を超過しない空調スケジュールを決定し、それに基づいた運転を行う様に、前記複数台の空調機に前記制御信号を出力し、

前記空調運転制御システムは、前記複数台の各空調機の設定温度を逐次変化させた第 1 の空調負荷と、前記複数台の各空調機の起動時刻を元の起動時刻よりも早い時刻に起動するとした第 2 の空調負荷を演算し、前記第 1 及び前記第 2 の空調負荷の内、前記複数台の各空調機がどちらの負荷をとるか、また早い時刻に起動するとした負荷の場合はその起動時刻がいつであるかを最適化の対象として、総CO2排出量等の指標を目的関数とした最適化問題を混合整数計画問題等の最適化手法を用いて解くことで空調負荷の組合せを求め、前記空調スケジュールを決定することを特徴とする空調運転制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱供給プラントからビル等の熱需要家に向けて温冷熱を供給する冷暖房システムにおいて、需要家側の空調機の運転を制御する空調運転制御システム及びその方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、蓄熱を過不足なく利用しつつも、蓄熱の不足、あるいは圧縮機の発停の頻回を回避する空気調和機の制御方法を提供することを目的として「ある時刻迄に消費

10

20

30

40

50

された蓄熱量を満蓄時の蓄熱量から差し引いて、その時刻の蓄熱の残留量を求め、この残留量が、この時刻以後、蓄熱利用完了予定時刻までに消費が見込まれる空調負荷を賄えるのであれば、蓄熱のみで空気調和動作を行う。これにより、蓄熱量が十分大きな場合に、ピークカット厳守時間帯よりも早くから、蓄熱のみによって空気調和動作を行うことで、蓄熱設備での蓄熱量を無駄にすることなく、圧縮機が停止される期間も稼ぎつつ消費電力を低減する」ことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3690294号

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

冷暖房においては、オフィスビル等の需要家が自身の消費エネルギー量やCO2排出量の最小化のための最適化を図るようにBEMS(Building Energy Management System)やBAS(Building Automation System)により空調を制御している。そのため、熱を供給する冷暖房センタの熱源設備の運転にとっては非効率となる一時的な需要のピークが朝の空調起動時に発生していた。具体的には、朝のみ一時的に立ち上げる熱源設備(ピーク対応機)を備えることにより、そのピーク対応機を前もって運転準備をしておくことによるエネルギーの無駄と、その負荷が低いために効率の悪い状態で運転することによるエネルギーの無駄がある。

20

【0005】

特許文献1には蓄熱を過不足なく利用しつつも、蓄熱の不足、あるいは圧縮機の発停の頻回を回避する方法が記されている。しかし、特許文献1に記載された制御方法及びシステムでは、熱負荷のピークを抑制することは可能だが、そのために蓄熱槽を利用することが前提として示されている。

【0006】

そこで空調運転制御システムでは、空調機の起動時間帯において、空調機を使用する部屋の冷温水需要を満たすことを前提としたうえで、空調機の起動による冷温水需要のピークを、蓄熱槽を用いずに抑制し、かつ冷暖房センタの熱源設備をできるだけ高効率に運転することが課題となる。

30

【課題を解決するための手段】

【0007】

開示する空調運転制御システムの望ましい運転制御装置の態様は、熱源設備と、制御信号に応答して熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部、複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、総熱負荷が上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部、および、空調スケジュールに基づいた運転を行う様に複数台の空調機に制御信号を出力する空調機制御指令設定部を有する。

40

【発明の効果】

【0008】

開示する空調運転制御システムの運転制御装置及び運転制御方法によれば、朝の空調立上時間帯において、空調機を使用する部屋の冷温水需要を満たしつつ、空調機の起動による冷温水需要のピークを、蓄熱槽を用いずに抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】冷暖房の運転制御装置を適用する冷暖房システムの構成例である。

【図2】冷暖房の運転制御装置の構成図の例である。

【図3】冷暖房の運転制御装置の処理を説明するフローチャートの例である。

50

【図4】設定温度・室内温度・空調機熱負荷の関係を示したものの例である。

【図5】冷暖房の運転制御装置の実施例1におけるS304の処理を説明するフローチャートの例である。

【図6】実施例1におけるピークシフト前後の空調負荷を説明する図である。

【図7】冷暖房の運転制御装置の実施例2におけるS304の処理を説明するフローチャートの例である。

【図8】空調機の起動時の熱負荷のピークを説明する図である。

【図9】空調設定温度を所定温度ずつ減少させた場合の空調機の熱負荷を示す例である。

【図10】実施例2におけるピークシフト前後の空調負荷を説明する図である。

【図11】冷暖房の運転制御装置の実施例3におけるS304の処理を説明するフローチャートの例である。

10

【図12】冷暖房の運転制御装置の実施例3におけるS1104の処理を説明するフローチャートの例である。

【図13】実施例3におけるピークシフト前の空調負荷と、空調起動時刻を開始点とした空調負荷とを説明する図である。

【図14】実施例3におけるピークシフトの途中経過を説明する図である。

【図15】実施例3におけるピークシフトの暫定解と最終的に得られるピークシフト後の空調負荷を説明する図である。

【図16】実施例3におけるS304の処理において、シフト後の熱負荷が閾値を超過することがないようにした処理を説明するフローチャートの例である。

20

【図17】冷暖房の運転制御装置の実施例4におけるS304の処理を説明するフローチャートの例である。

【図18】実施例4におけるピークシフト前後の空調負荷を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

開示する空調運転制御システムは、熱源設備と、制御信号に応答して、熱源設備からの冷温水を用いて室温を制御する複数台の空調機に接続し、熱源設備が対象とする総熱負荷が、予め指定する上限値を超過するときにその超過を判定する負荷上限超過判定部、複数台の空調機の負荷の再演算を行う熱負荷演算部と、総熱負荷が上限値を超過しない空調スケジュールを決定する空調負荷組合せ部、および、空調スケジュールに基づいた運転を行う様に複数台の空調機に制御信号を出力する空調機制御指令設定部を有する。

30

なお、上限値としては、熱源設備が最高効率となる値や、熱源設備の最適運転計画を実施した上で熱源設備の一時的な立上げが起きるとされる場合にその閾値となる値を用いる。これにより、高効率な運転が可能となる。

【0011】

以下、実施例を、図面を用いて説明する。

【実施例1】

【0012】

本実施例では、空調機起動時間帯において、空調機を必要とする時間帯にその設定温度を変えることによる使用者の便益を損なうことなく、また空調機を起動する部屋による冷温水需要ピークを、蓄熱槽を用いずに抑制し、冷暖房センタの熱源設備をできるだけ高効率に運転する、空調運転制御システム（以下、運転制御装置）101の例を説明する。

40

【0013】

図1は、本実施例の冷暖房の運転制御装置101を含む冷暖房システムの構成例である。冷暖房センタ102は熱源機105を保有し、一次配管114にポンプ103により、熱源機105からの冷温水を供給する。冷温水は流量制御弁106と熱交換器107を介して、需要家である建物109へ送られる。熱交換器107から出力された二次側の冷温水は、ポンプ108によって送水され、流量制御弁110を介して各部屋112に備えている空調機111に送られる。また各部屋112には、室温を測定する温度計113が設置されている。本実施例の冷暖房システムの運転制御装置101は、上位システム117から各熱源設備105についての情報（熱源設備の一時的な

50

立上げの閾値や高効率点)を取得する信号線104と、空調機111へと制御信号を送る信号線115と、温度計113が測定した温度を取得する信号線116と接続している。

【0014】

図2に、冷暖房の運転制御システム101の構成図の例を示す。冷暖房の運転制御装置101は、気象情報201、建物情報202、室温情報203を基にして、各部屋112の空調負荷(空調機111の熱負荷)を求める熱負荷演算部204と、運転制御システム101が制御対象としている冷暖房システムの全空調負荷が、上位システム117もしくはユーザ209により指定される熱負荷の上限値を超えているかどうかを判定する負荷上限超過判定部206と、各部屋112の空調機111の空調負荷の和が熱負荷の上限値を超えない様な、空調負荷の組合せを求める空調負荷組合せ部205と、空調機111(または空調機制御システム210)に制御指令を出力する空調機制御指令設定部207を有する。

10

【0015】

冷暖房の運転制御装置101の本実施例における処理を説明するフローチャートを図3に示す。気象情報201と建物情報202に基づいて、熱負荷演算部204が、冷暖房センタ102の冷温水供給対象の全熱負荷を求め(S301)、上位システム117に基づいた熱負荷の上限値、またはユーザ209が熱源設備情報208を参照して指定する熱負荷の上限を対象全体の熱負荷が超過しているかを負荷上限超過判定部206が判定する(S302)。上限を超過していない場合(S303)は処理を終了し、S301で求めた空調負荷に基づいて空調機111を運転する。一方、上限を超過する場合は(S303)、熱負荷演算部204は、冷暖房全体の熱負荷が上限を超過する時刻(時間帯)に空調機111を起動する部屋112に対する、ある条件での(後述)空調負荷の再演算を行うと共に、対象全体の熱負荷が上限を超えない様に、空調負荷組合せ部205が、各部屋112の空調機111の空調負荷の組合せを決定し(S304)、空調機制御指令設定部207が、決定した空調負荷に基づいた空調制御指令を各空調機111(または空調機制御システム210)に出力する(S305)。このような処理を行うことで冷暖房システム全体の空調負荷を平準化し、空調機111の起動による冷温水需要ピークを、蓄熱槽を用いずに抑制し、かつ冷暖房センタの熱源設備をできるだけ高効率に運転することが可能となる。高効率な運転とは、上位システム117あるいはユーザ209によって指定される熱負荷上限値を上回らないようにすることで、熱源設備の一時的な立上げを防ぐことと、熱源設備の高効率点になるべく近い形で運転することである。

20

【0016】

各ステップ(S301~S305)の詳細を以下に示す。まずS301では対象全体の熱負荷を求める。制御の対象となる各部屋112の空調機111の空調負荷については、式(1)に代表される物理式、あるいは統計的手法を用いて空調機ごとに求める。

30

【0017】

【数1】

$$q_A = q_V + q_G + q_W + q_E + q_p - \rho c V \frac{dT}{dt} \quad \cdots (1)$$

40

【0018】

式(1)において、 q_A は空調負荷、 q_V は換気侵入熱、 q_G は窓面通過日射熱、 q_W は壁体貫流熱、 q_E は照明発熱、 q_p は人体発熱を表す。また式(1)の ρ は部屋112の空気密度、 c は部屋112の空気の比熱、 V は部屋112の容積、さらに T は室温であり、 dT/dt は温度変化率である。なお、この式は冷房の場合で、暖房のときは温度変化率の符号は+となる。空調機111の起動前を想定すると、部屋112には人がいないので、照明発熱 q_E や人体発熱 q_p は0とする。冷暖房全体の熱負荷には、配管による冷温水の熱損失など、空調機111による空調負荷以外の負荷を含む。これらの空調負荷以外の負荷については、配管の径や長さ依存する実績データを用いればよい。演算後、熱負荷演算部204は、全ての空調負荷を含む冷温水供給対象全体の熱負荷を、負荷上限超過判定部206に出力する。

50

【 0 0 1 9 】

S302では、S301によって得られた空調負荷を含む冷暖房全体の熱負荷が上限値を超過していないかを負荷上限超過判定部206によって判定する。熱源設備105の熱負荷の上限は、たとえば、熱源設備情報208を参照する、あるいは熱源設備の運転計画から一時的な立上げが起きる閾値を判別して、ユーザ209または上位システム117が設定する。値としては、N-1台の熱源設備105を運転しているとき、空調負荷のピークに対応するためのピーク対応機となるN台目の熱源設備105の立上げを防ぐためにN-1台目までの総出力の和や、あるいは熱源設備105の熱負荷の予測精度を考慮して、熱源設備情報208を参照して得られる熱源設備105の許容量（熱源設備105が供給できる熱負荷の物理的な上限）から所定量または所定割合を減じた値を用いる。またN-1台目の最高効率点をこの上限として設定すれば、最終的に負荷のピークをこの値を超えない、なるべく近い値にまで減ずることになるので、熱源設備の効率を高めたまま空調機を運転することが可能となる。またその値を総出力の和とする場合でも、100%付近が負荷の最大効率である場合は、同様に熱源設備を高効率で運転することが可能となる。また、空調負荷を変化させない状態で熱源設備105の最適運転計画を立案し、求めた解に対して朝のピーク時にのみ立ち上がっている熱源設備を求め、その設備が起動する境界となる負荷をこの上限として使用してもよい。S303の判定がNOである場合には、処理を終了する。一方、YESである場合はS304の処理を実行する。S304では、全体負荷が上限を超過する時刻に空調機を起動する部屋に対して、冷暖房熱負荷演算部が空調機負荷を再演算と、空調負荷組合せ部による、冷暖房全体の熱負荷が上限を超えない様な空調負荷の組合せの決定を行う。

10

20

【 0 0 2 0 】

以下、本実施例におけるS304の処理について示す。この実施例では設定温度を連続的に変化させられる場合を対象としている。

【 0 0 2 1 】

まず、基本となる空調負荷の性質について説明する。式(1)から部屋の温度変化率によって空調負荷が変動することが分かり、これより求めた設定温度・室内温度・空調機熱負荷の関係を示したものが図4である。まず実線で示した負荷401は通常の起動であり、時刻T2(402)に室内温度をYにするために、時刻T1(403)に空調機を起動している。通常、空調起動時は一気に目的の温度にするため、時刻T1は時刻T2に近い値となり、これによる大きな温度変化率のためピークが発生している。一方、これよりもっと早い時刻T3(404)に空調機を起動し、設定温度と室内温度変化を緩やかにした負荷が405であり、式(1)から分かるように、目標温度までの到達時間を長くしているため温度変化率が小さくなり、生じる負荷の大きさも小さくなる。

30

【 0 0 2 2 】

以上の性質を用いた本実施例におけるS304の詳細なフローを図5に示し、その各ステップを以下に説明する。まず、ユーザが指定する上限値 q_{max} に対して、空調機負荷がとることのできる値を調べるため、上限値 q_{max} から制御対象となる空調機以外の負荷 q_{rem} を減じる(S501)。次に、S501で求めた値を使用して各部屋の温度変化率による負荷が満たす条件を、式(2)を用いて求める(S502)。

【 0 0 2 3 】

【数2】

40

$$q_{rem} - \sum_r q_{A_O}(r) \geq - \sum_r \rho(r) c V(r) \frac{dT(r)}{dt} \dots (2)$$

【 0 0 2 4 】

ここで、kは各空調機の番号を表し、 q_{A_O} は式1の右辺で部屋の時間に対する温度変化率に

50

よる項以外のものを足し合わせたものである。次に、各空調機の起動時刻を同一として少しずつ前の時間にずらしていくことで、時間に対する温度変化率を変え、式2を満たす最もT2に近い時刻 T_s を決定する(S503)。次に、解 T_s が存在するかどうかを判定する(S504)。この判定は、ずらしていく空調機の起動時刻がこれ以上前倒しできないとする時刻に到達しても閾値の超過が防げない場合に解なしとする。解 T_s が存在した場合は、ピークシフト可の判定をする(S505)。一方、存在しない場合はピークシフト不可判定(S506)をして終了する。これにより、全体負荷がピークを超過しない様な空調スケジュールを作成することが可能となる。図6にこのフローにより実施したピークシフトの状況を示す。ピークシフト前は4つの空調負荷(601~604)により閾値605を超過している。ここで、前記フローによる方法で空調起動時刻 T_s を求めると、時刻607となる。なお、式2の演算において閾値605をそのまま用いると予測誤差が生じた場合に閾値超過の恐れがあるが、この閾値からある程度の余裕を持たせた低い値を設定することで対応できる。

【実施例2】

【0025】

本実施例について、以下に示す。本実施例における運転制御システム101は、図3のフローの空調負荷の組合せを求めるステップS304を変更したものとなる。その詳細なフローを図7に示し、そのステップの詳細を以下に示す。なお、本実施例には設定温度を連続的に変化させられない場合(通常のアエコンの様に1ずつ等)を対象とする。

【0026】

まず全体負荷が、ユーザが指定する上限値を超えている時間帯 $\pm t$ の部分、シフト対象領域とし、遅い時刻に存在するものから順に番号を付ける(S701)。ここで t については、シフト対象負荷の時間間隔を考慮し、数秒・数分等の値を設定するもので、0としても良い。次に、S701で得られたシフト対象領域において、負荷の最大値を持つ空調機をシフト対象空調機として指定する(S702)。次に、シフト対象領域番号 i を1~Nまでについてループを回す。これは、S701より、時間的に遅いピークから順番にシフトを行うことを意味する(S703)。続いて、シフト対象領域 i に存在するシフト対象空調機 j について予め定めた優先順位でループを回す(S704)。この優先順位は予めユーザにより任意に指定するものとしても良いし、または空調機熱負荷最大値の大きさや、対象空調機の冷暖房容量により順位づけを行ったものでもよい。続いて、現在対象となっている空調機 i の負荷を、熱負荷演算部204を用いて漸次設定温度を変えた負荷へと変更する(S705)。

【0027】

ここで、熱負荷演算部204が生成する漸次設定温度を変化させた場合の負荷について以下に示す。まず、図8に通常のアエコン起動時における設定温度、室内温度、空調機熱負荷について示したグラフを示す。目標時刻(例えば始業時刻)T2(801)に、部屋112の室温を目標温度Y(803)にするには、空調機111の通常の予冷(または予熱)では目標温度Y(803)を設定温度としたときに、Xの室温がYになる最小の時間間隔をもたせた時刻T1(802)に空調機111を起動する。そのため、空調機起動時刻T1から目標時刻T2にかけて、空調機熱負荷のピーク804が現れる。これは式(1)における温度変化率の項によるもので、XとYの差分が大きい程、空調機111の出力が大きくなり、温度変化は急峻となり、一時的な負荷が大きくなる。一方、S705で熱負荷演算部204が再演算する負荷は、一時的な負荷の増大を防ぐために、各部屋112の設定温度を、室温より所定温度低い温度(暖房の場合は所定温度高い温度である。本実施例では、所定温度を1とする)に設定し、室温が設定温度に達するごとに、設定温度を所定温度低い温度(暖房の場合は所定温度高い温度)に設定することを、室温が目標温度Yに達するまで繰り返した場合の空調負荷を計算する。時間変化する空調負荷はS301と同様にして求める。この空調負荷について図9を用いて説明する。始業時刻T2に室内温度が目標温度Yに到達するような空調起動時刻をT3(903)として、設定温度を所定温度(1)ずつ変化させて空調機111を運転している。この場合、室温と設定温度の温度差が常に小さいので、室温の変化率が緩やかになり、式(1)から分かるように空中負荷の瞬時値は減少する。一方、目標温度までの到達時間はT2-T1からT2-T3と長くなる。そのため、空調熱負荷は901から902に変化する。

【 0 0 2 8 】

この漸次設定温度を下げていく熱負荷の生成は熱負荷演算部204が行うが、それはS705において順次演算する、あるいはシフト対象空調機が定まるS702の後に全てのシフト対象空調機に対して予め作成しておく、あるいは全空調機についてS701の演算前に作成しておく等、どの箇所でも演算しても良い。求め方としては式1を用いて微分方程式を解く、あるいは起動時刻を順次前の時間にずらしていくことで目標とする時間に目標とする温度に到達できるような時刻を見つけ、その負荷とする等の方法を用いる。

【 0 0 2 9 】

再び図7に戻り、S705の次のステップにおいて早い時刻に存在する次のシフト対象領域終了時間以降で、前述のS705における空調機熱負荷の変更によって一時的な閾値の超過がなくなっているかどうかを確認する(S706)。超過したままの場合は、S703のループで次の空調機熱負荷に対して順次同じ処理を行って行く。ここで、全てのシフト対象空調機熱負荷に対して実施した後も、一時的な超過がなくならなければピークシフト不可判定を行い(S707)、終了する。一方S706において閾値の超過がなくなった場合は、現在対象としているシフト対象領域においてピークシフト可と判定し、次のシフト対象領域に移り、負荷のシフトを行って行く。最終的に全てのシフト対象領域に対してピークシフトが成功した場合には、ピークシフト可判定を行い(S708)、終了する。これにより、熱負荷のピークをシフトすることが可能となる。

【 0 0 3 0 】

ピークシフト実施前後の例を図10に示す。1001～1004までが空調負荷であり、残りはベース負荷である。空調負荷の内、下に位置するもの程シフトの優先順位が高いものとする。図7のフローに伴い、優先順位の最も高い空調負荷1001から順に、設定温度を漸次変化させた負荷に変えていき、3つ目の負荷1003を変更した所で全体空調負荷が閾値1005以下となり、一時的な閾値超過がなくなる。そのため、この時の空調負荷がピークシフト後の解として出力される。

【 0 0 3 1 】

こうしてS304の処理が終了した後、最後にS305で、空調負荷組合せ部205で得られる各空調機111の運転パターン(空調負荷のパターン)に基づいて、冷暖房の運転制御装置101が空調機111または空調機制御システム210に制御指令を出力する。これにより、空調機の運転を制御することで、熱負荷のピークを抑制することが可能となる。ピークシフトが不可となった場合については、シフトを全くしていない最初の状態または途中までの状態の、どちらかを解として出力する。

【 実施例 3 】

【 0 0 3 2 】

本実施例について、以下に示す。本実施例における運転制御システム101は、図3の空調負荷の組合せを求めるフローのステップS304を変更したものとなる。その処理フローを図11に示す。まず、熱負荷の合計が閾値を超えている時間帯で、負荷の最大値を持つ空調機をシフト対象空調機とする(S1101)。次にシフト対象空調機の起動時刻をゼロ点へと移動した負荷を作成する(S1102)。次にシフト対象となっている空調機の積上げ開始時刻tに対して0から終了時刻Tまで順に処理を行う(S1103)。この終了時刻Tとしては、シフトを行う全時間幅かそれ以上の任意の値で良い(最終的にピークシフトの可不可がS1105で定まりループを抜けるため)。次に、優先順位の高い順に、一時的な増段がないようにシフト対象のテンポラリ空調負荷を積んでいく(S1104)。この積み方については、さらに後述の図12のフローに詳細を示す。次にこの結果がピークシフト可であるか不可であるかを判定する(S1105)。可であった場合は、得られた積上げ後のテンポラリ空調負荷を暫定解として更新すると共に、最初のループでは、S1102で全て0点に統一されている空調機起動時刻を1つ先の時刻にずらしたものと更新する(S1106)。これを繰り返し、最終的にピークシフトが不可となった段階で、最後の暫定解を最終的な解とする(S1107)。1度も解が得られない場合に対しては、暫定解として始めは元の空調負荷を入れておく等で対処する。

【 0 0 3 3 】

次に、S1104の詳細について図12にそのフローを示す。まず全シフト対象空調不可に対して処理を行うためj番目の空調負荷を指定する(S1201)。この順番は予め実施例1の場合と同様に、予めユーザにより任意に指定するものとしても良いし、または空調機熱負荷最大値の大きさや、対象空調機の冷房容量等で順位づけを行ったものでもよい。次に、空調機jの空調負荷移動時間を0で初期化する(S1202)。次に、空調機jまでとそれ以外のシフト対象外の熱負荷を足し合わせた負荷を導出する(S1203)。次に、S1203で求めた負荷の和が一時的に閾値を超過しているかを判定する(S1204)。超過している場合には、空調機jの空調負荷を1つ先の時刻にずらしたものとする(S1205)。次に、S1204で作成した空調負荷の起動時刻が、S1102で起動時刻をゼロ点に戻す前の元の負荷の起動時刻より先になるかを判定する(S1206)。先になる場合は、空調負荷を元の起動時刻よりも遅くに立ち上げることになるためピークシフトは不可と判定し、終了する(S1207)。そしてS1204において、閾値を超過していない場合には、空調機iの負荷を固定し、次のシフト対象空調機の負荷のシフトを開始する。

10

【0034】

この処理について、空調負荷の動きを図13,14,15を用いて説明する。まずS1102において、全ての負荷は空調開始点に図13の様に1301から1302へと移動される。続いてS1203において、図14の優先順位の最も高い空調負荷1401とベースの負荷1402を足し合わせた負荷を作成する。ベース負荷1402と空調負荷1401のみが存在する状況となるため、S1204では超過なしと判断される。そのため、このループを抜け、次の空調負荷1403についても同様に足し合わせを行う。続いて空調負荷1404についても同様にして足し合わせると、図14に示すように閾値1405を超過してしまう。そのため、S1205にてこの空調機の起動時刻を1つだけ先へずらす。その状態でS1203を実施すると図14右側の図のように、今度は閾値を超過していないため、S1204の判定により、次の空調機を積み上げ始める。最後の空調負荷1404も時刻t=1より積み上げるが、やはり閾値1405を超えてしまうため、図15の1501に示すようにt=2に積み上げることとなる。この時点で全ての空調機に対するシフトを終えるため、S1201のループを抜け、S1208でピークシフトが可と判断される。そしてS1106にて暫定解をこの積み上げ後の空調負荷に更新すると共に、図13の1302に示した空調負荷を1つだけ先の時刻t=2へとずらす。こうして得られた空調負荷に対して、再度S1104の処理を行って行く。結果、t=2を始点として図15の左側と同様の形で積み上がる負荷ができる。最後に、t=3より積み上げた後に、t=4以降では元の空調起動時刻を遅らせることなくピークをシフトすることは不可とS1206で判断されるため、終了となる。最終的にピークシフト後の解として空調負荷1502が生成される。

20

30

【0035】

t=1から積み上げた解をそのまま時間方向へ並行移動したものを解としないのは、ベース負荷1402に凹凸がある場合に、閾値を超えてしまう恐れがあるためである。

【0036】

また本実施例では空調負荷を元の形のまま、時間的に平行移動したものである。そのため、暖房のように時間が早くなるほど負荷が大きくなる場合には、実際の負荷が閾値を超過してしまう可能性がある。そのため、それを避けるために図3のフローを改良した図16に変更することで対応可能である。このフローでは、S304で空調負荷から起動時刻を求めた後に、S1601でピークシフトの正否を判定する。シフトできない場合には、何らかの暫定解を出力して終了する。一方、シフト可であった場合には、S301に戻って再度空調負荷を再演算して、上限超過判定を行う。これにより、シフト後の空調負荷が閾値を超過してしまうことを防ぐことが可能となる。

40

【実施例4】

【0037】

本実施例について、以下に示す。本実施例は、実施例3における空調負荷積み上げの繰り返し計算数を少なくしたもので、後ろの時刻からの積み上げ処理を行う。その処理フローは、図3のステップS304を変更したものとなる。

【0038】

50

このフローを図17に示す。まず、熱負荷の合計が閾値を超えている時間帯で、負荷の最大値を持つ空調機をシフト対象空調機とする(S1701)。次に、シフト対象空調機の起動時刻を、起動時刻が最も早い空調機の起動時刻 T_e に合わせるように移動した負荷を作成する(S1702)。この後は T_e から開始点まで順に処理を行っていく(S1703)。これは、後ろの時刻から順に負荷を積み上げていくことと対応している。続いて、優先順位の高い順に、一時的な増段がないようにシフト対象のテンポラリ空調負荷を積んでいく(S1704)。この中身はS1104と全く同じであり、その詳細処理も同じ図12のフローに沿って行う。次に、ピークシフトが可である場合には、それを解として出力して終了となる(S1705)。一方、ピークシフトが不可の場合にはテンポラリ空調負荷配列の開始点を1つ前の時刻にずらしたものと更新する(S1706)。ここで、起動時刻が開始点0に到達した場合は、ピークシフトが不可であるとして終了する。この時は実施例2と同様に、ピークシフト前の状態を保存しておき解の代わりに出力する等しておく。

10

【0039】

この処理について、空調負荷の動きを図18を用いて説明する。まずS1702において、ピーク開始位置は全て等しく $t=4$ であるため、図13にもあるピークシフト前の状態から変化しない。続いてS1703において、優先順位の最も高い空調負荷1801とベースの負荷1802を足し合わせた負荷を作成する。この場合は、図18からも分かるように、S1204で超過なしと判断される。そのため、このループを抜け、次の空調負荷1803についても同様に足し合わせを行う。続いて空調負荷1804についても同様に足し合わせるが、図18に示すように、この時、閾値1805を超過してしまう。そのため、S1205にて負荷1804の空調機の起動時刻を1つだけ後の時刻へずらす、この時刻は元の立上げ時刻よりも先になるため、S1207でピークシフトが不可と判定する。これによりS1705を通り、S1706の処理を行う。次のループでは、 $t=3$ の位置から空調負荷を積み上げる。この時は $t=4$ までで、図18の右側の図のように負荷を積み上げることが可能となる。そこでこの空調負荷がS1705を得てピークシフト後の解1806となる。

20

【0040】

このように、暫定解を順次作っていく必要がなくなり、S1705でピークシフトが可となった場合に即座に解が得られるため、実施例3と比較して、ピークシフトをより高速に実施することが可能となる。

【実施例5】

30

【0041】

本実施例について、以下に示す。本実施例では、空調機111の起動による空調負荷のピークに対して、空調機111の設定温度を少しずつ変化させる手法と、空調機111の起動時刻をずらす手法とを併用し、さらに温度変化率を一般的にした場合に関して、効果が最大となるように各部屋に最適な分配を求める。

【0042】

冷暖房の運転制御システム101の処理は図3と同様のフローでS303まで実施例1～4と同一である。次にS304において、熱負荷演算部203が各部屋112の空調機111の設定温度を所定温度幅として1ずつ変化させていくものと、空調負荷のピークを時間的にずらした空調負荷を演算する。この対象とする空調負荷は、シフト対象空調機を選定しても良いし、シフトを行うことのできる全ての空調機を対象として良い。また、所定温度幅は1ずつのみでなく、1/2や2/1などの空調機111の温度設定単位の整数倍で、かつその時の室温と目標温度との差分から想定される設定温度の変化のさせ方全てに対して、予め空調負荷を求める部屋112ごとに生成される空調負荷を D_{ij} とおく。 i は部屋番号、 j は空調負荷の各パターンを示す番号である。これを用いると、各部屋でどの空調負荷パターンを選択するかを示す0-1変数 x_{ij} を用いて、各部屋の空調負荷は以下の式(3)、式(4)で表される。式(4)は、各空調の設定温度の負荷の内、どれか1つを選択することから得られる条件式である。

40

【0043】

【数 3】

$$\sum_j D_{i,j} \times \gamma_{i,j} \quad \dots (3)$$

【0044】

【数 4】

$$\sum_j \gamma_{i,j} = 1 \quad \dots (4)$$

10

【0045】

冷暖房システム全体の熱負荷は、ベースとして存在する空調以外の負荷Bと合わせて以下の式(5)で表されるため、設定した負荷上限値 G_{MAX} を超えないようにするためには、式(6)に示す条件が成立する必要がある。

【0046】

20

【数 5】

$$B + \sum_{i,j} D_{i,j} \times \gamma_{i,j} \quad \dots (5)$$

【0047】

【数 6】

$$B + \sum_{i,j} D_{i,j} \times \gamma_{i,j} \leq G_{MAX} \quad \dots (6)$$

30

【0048】

ここで番号n(熱源設備に付した連続番号)の熱源設備(105)の出力を u_n 、消費エネルギーを E_n として、各々を負荷率x(実出力/定格出力)と起動停止オンオフ変数zとを用いて線形近似すると、式(7)、式(8)、式(9)となる。

【0049】

40

【数 7】

$$u_n = \sum_m (a_{n,m} \times x_{n,m} + b_{n,m} \times z_{n,m}) \quad \dots (7)$$

【0050】

【数 8】

$$E_n = \sum_m (\alpha_{n,m} \times x_{n,m} + \beta_{n,m} \times z_{n,m}) \quad \dots (8)$$

【 0 0 5 1】

【数 9】

$$\sum_m z(m) = 1 \quad \dots (9)$$

10

【 0 0 5 2】

a, b, , は係数である。mは、熱源設備の特性を区分線形近似した際の区間の番号を示す。熱源設備は、横軸が負荷率、縦軸が用役量またはエネルギー消費量で示される非線形特性を持つが、本実施例の最適化手法であるように混合整数計画法を用いると、線形の関数しか扱えないため、区分線形近似している。そのため、非線形最適化を行う場合は非線形の特性式を用いる。

【 0 0 5 3】

20

このとき、冷暖房システム全体の熱負荷と熱源設備の出力が等しいという条件から式(10)の条件が成立する。

【 0 0 5 4】

【数 10】

$$B + \sum_{i,j} D_{i,j} \times \gamma_{i,j} = \sum_n u_n \quad \dots (10)$$

30

【 0 0 5 5】

これらの条件を制約式とし、式(8)のエネルギーを最小化すべき目的関数とし、熱源設備の負荷率x・起動停止変数z・各空調機がどの負荷になるかを定める 変数として、混合整数計画法として解を求めることで、用役出力量が上限値を超えない範囲で熱源設備のエネルギー消費量を最小化するような、空調負荷のパターンを決定できる。これにより、各部屋112の空調機111の設定温度の変化パターンと空調機111の起動時間が分かる。S305では、この結果を元にして空調機111を稼働する。これにより、空調機111の起動による冷温水需要のピークを蓄熱槽を用いずに抑制し、かつ冷暖房センタの熱源設備をできるだけ高効率に運転することが可能となる。

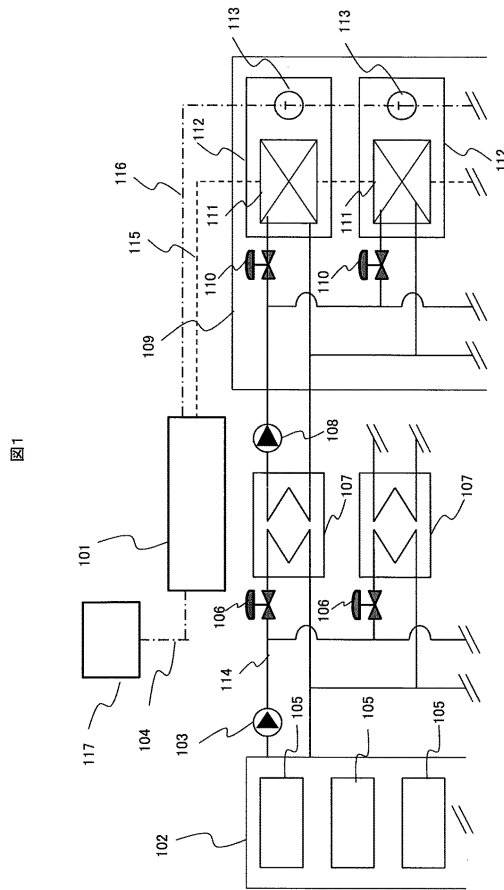
【符号の説明】

40

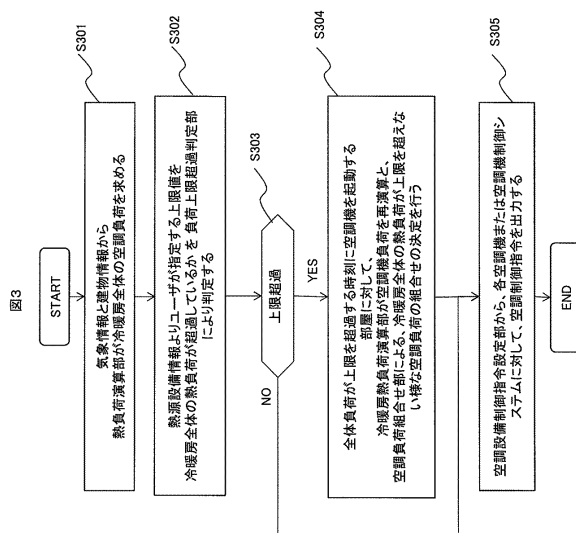
【 0 0 5 6】

101：冷暖房の運転制御装置、102：冷暖房センタ、103：ポンプ、104：熱源機105についての情報を取得する信号線、105：熱源機、106：流量制御弁、107：熱交換器、108：ポンプ、109：建物、110：流量制御弁、111：空調機、112：部屋、113：温度計、114：一次配管、115：空調機111に制御信号を送る信号線、116：温度計113の情報を取得する信号線。

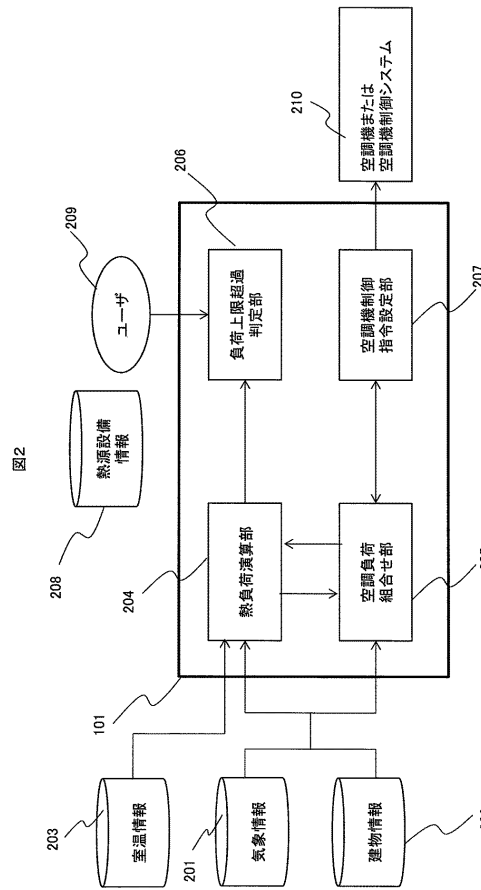
【図 1】



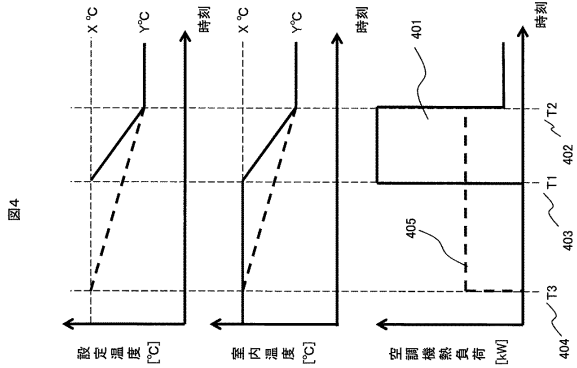
【図 3】



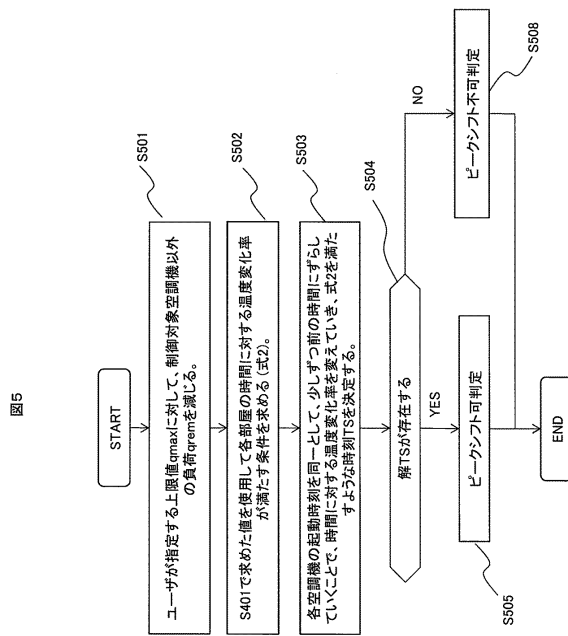
【図 2】



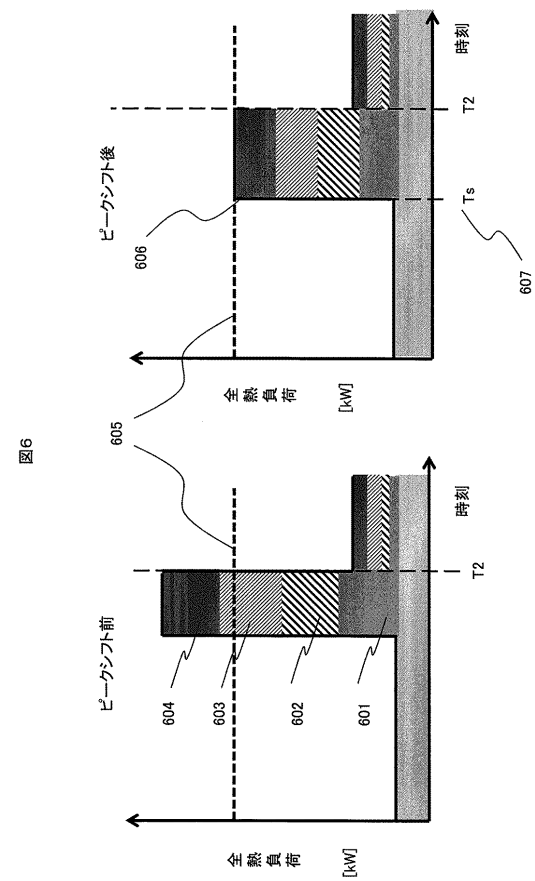
【図 4】



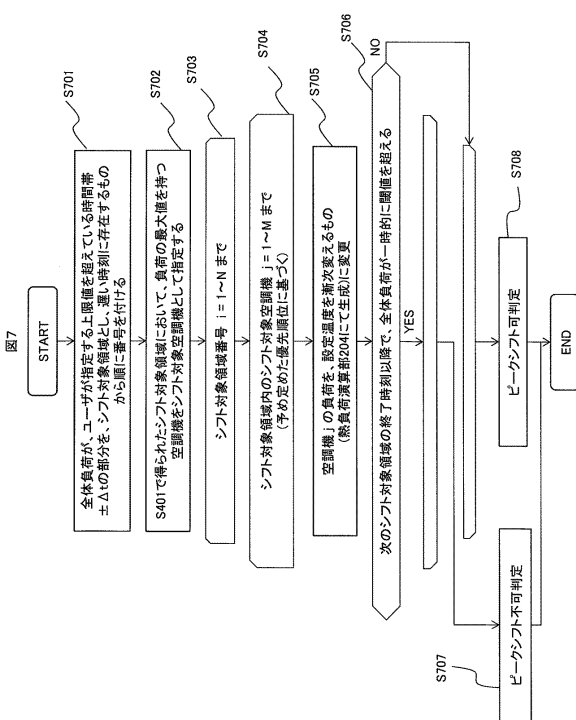
【図5】



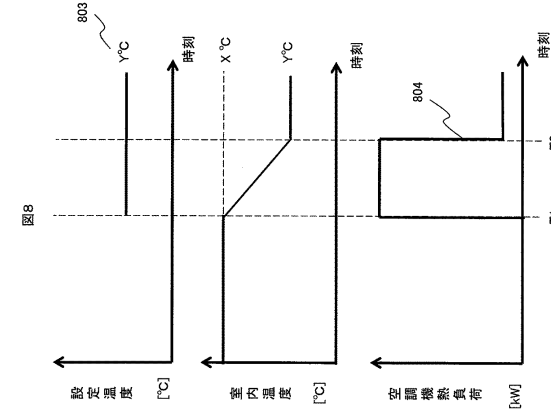
【図6】



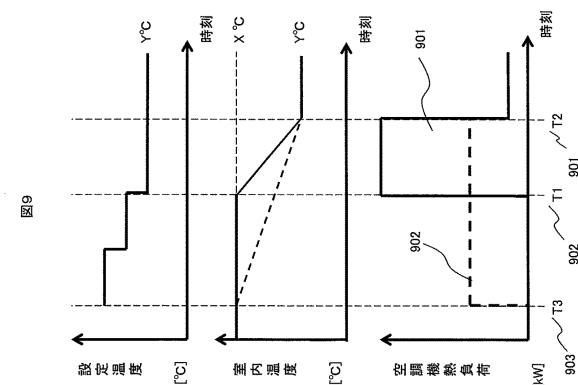
【図7】



【図8】



【図9】



【図 10】

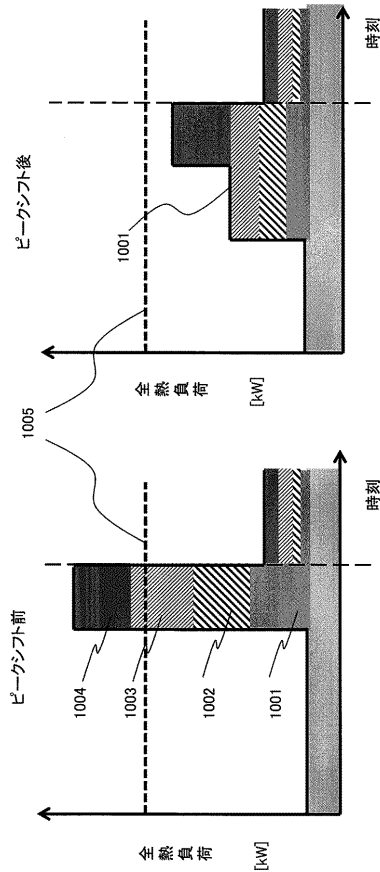


図 10

【図 12】

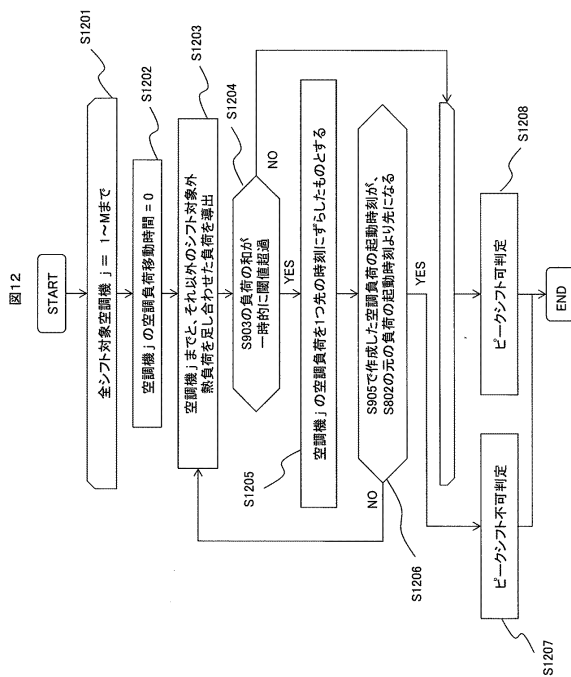


図 12

【図 11】

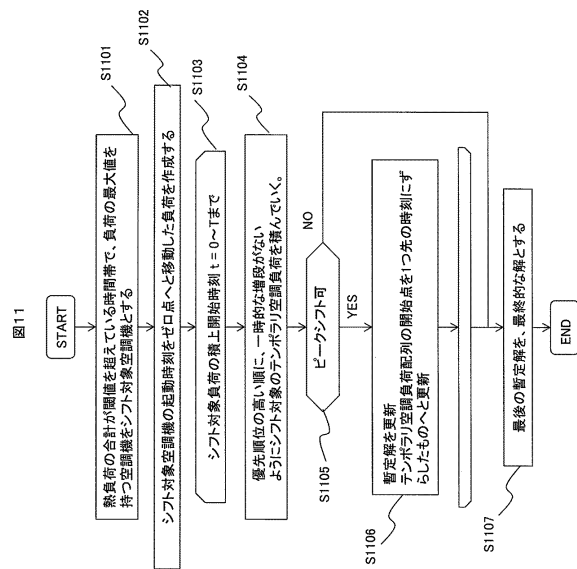


図 11

【図 13】

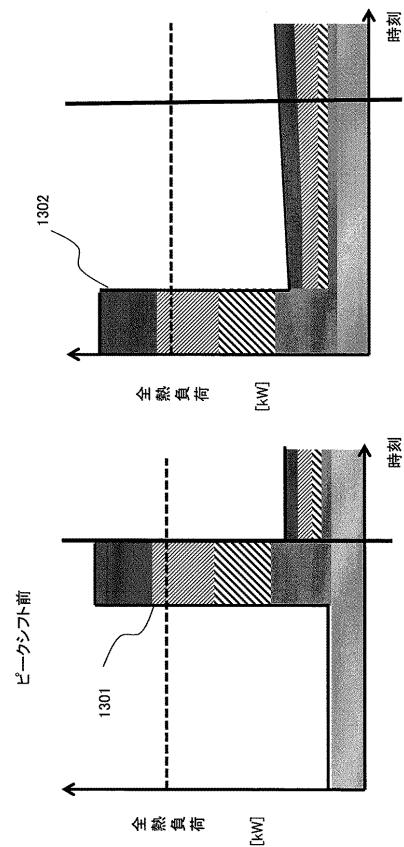
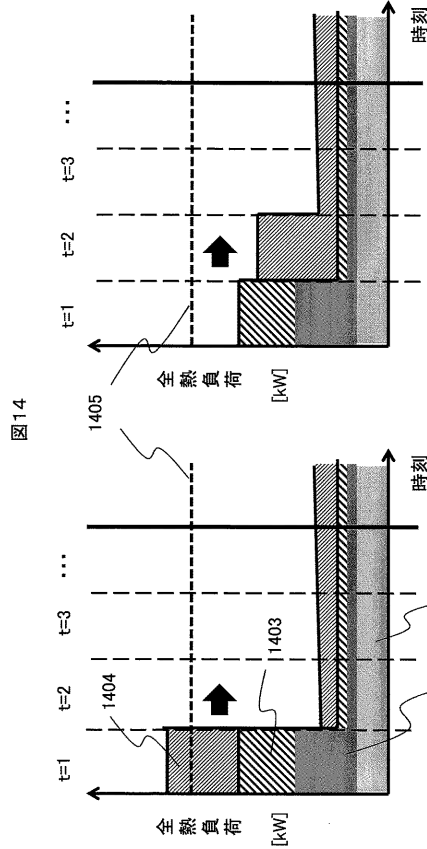
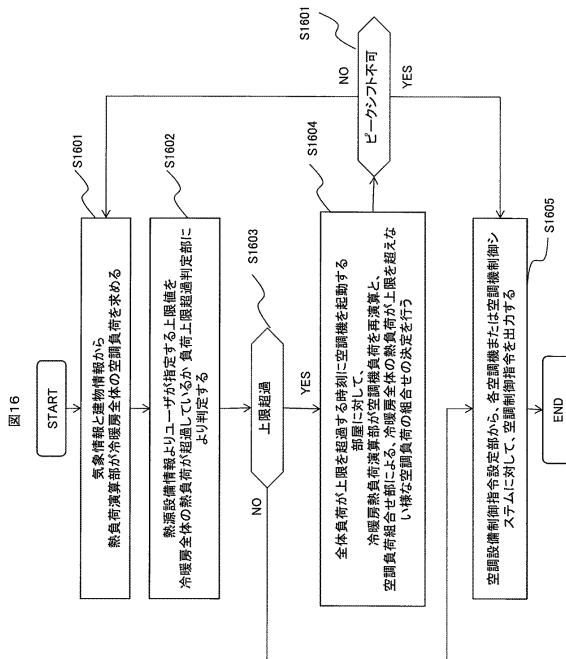


図 13

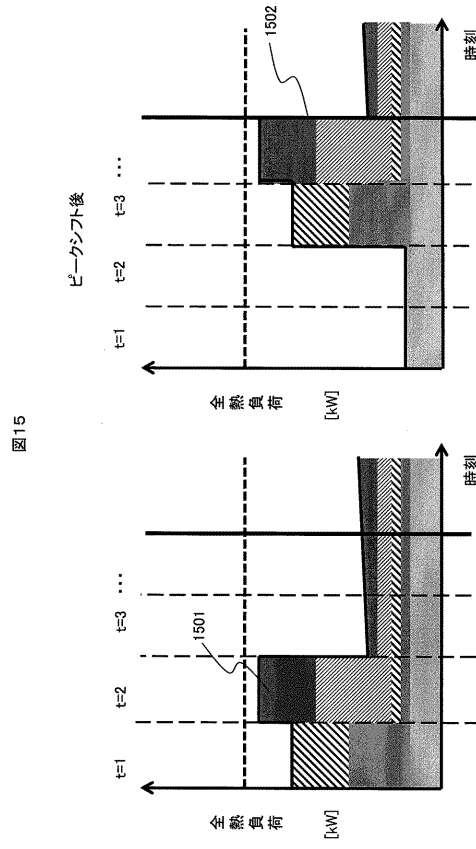
【図14】



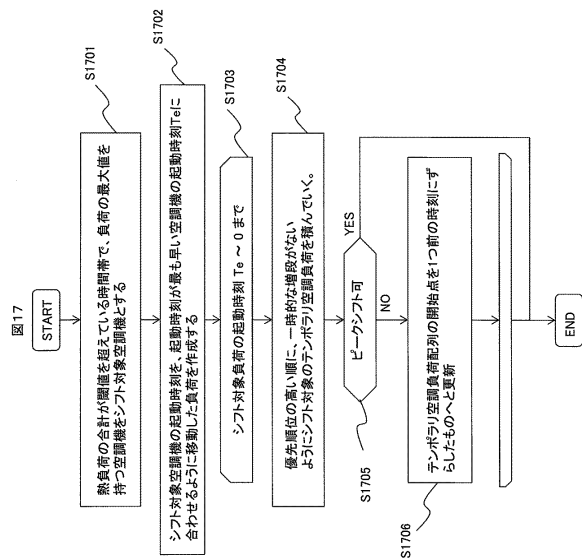
【図16】



【図15】

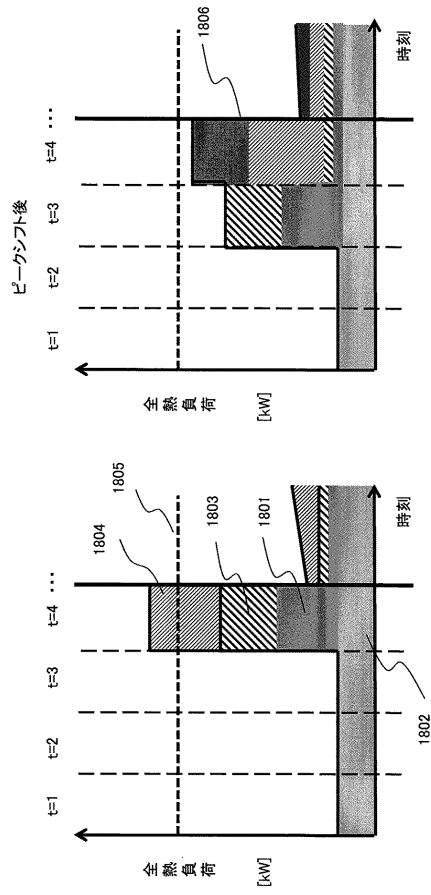


【図17】



【図 18】

図18



フロントページの続き

- (72)発明者 河村 勉
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 石井 良和
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 森田 和信
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 渥美 寿一郎
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 坂齊 雅史
東京都港区海岸一丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内
- (72)発明者 市ヶ谷 真紀子
東京都港区海岸一丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内
- (72)発明者 國友 理
東京都港区海岸一丁目5番20号 株式会社エネルギーアドバンス内

審査官 佐藤 正浩

- (56)参考文献 特開2004-116947(JP,A)
特開昭63-029136(JP,A)
特開2007-170726(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F24F 11/02
F24F 5/00