(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4925885号
(P4925885)
(45)発行日　平成24年5月9日(2012.5.9)　(24)登録日　平成24年2月17日(2012.2.17)

(51)Int.Cl.　　F I
G01F 1/00 (2006.01)　　G01F 1/00 F
F24F 11/02 (2006.01)　　G01F 1/00 S
F24F 11/02 102L

請求項の数 3　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2007-79225(P2007-79225)
(22)出願日　平成19年3月26日(2007.3.26)
(65)公開番号　特開2008-241326(P2008-241326A)
(43)公開日　平成20年10月9日(2008.10.9)
審査請求日　平成21年11月26日(2009.11.26)

(73)特許権者　390018474
新日本空調株式会社
東京都中央区日本橋浜町二丁目３１番１号
(74)代理人　100104927
弁理士　和泉　久志
(72)発明者　石沢　敏彦
長野県茅野市宮川字墨筋内７０３３－１８２　新日本空調株式会社技術研究所内
(72)発明者　岡崎　徳臣
長野県茅野市宮川字墨筋内７０３３－１８２　新日本空調株式会社技術研究所内
(72)発明者　永坂　茂之
長野県茅野市宮川字墨筋内７０３３－１８２　新日本空調株式会社技術研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】配管系設備における流量測定方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
熱媒を冷却又は加熱する１又は複数の熱源機器と、各熱源機器に対応して設けられるとともに、冷却又は加熱された熱媒を圧送する熱媒ポンプと、各熱媒ポンプに対応して設けられるとともに、ポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器と、前記熱源機器からの熱媒を集約する送りヘッダと、この送りヘッダから熱媒が供給される外部負荷機器と、外部負荷機器で熱交換された熱媒が戻されるとともに、各熱源機器に分配する戻りヘッダと、前記送りヘッダ部又はその近傍と前記戻りヘッダ部又はその近傍とを繋ぐバイパスと、このバイパスを流れる熱媒の流量を調整するバイパス弁と、前記熱媒ポンプの運転制御及び前記バイパス弁の開度制御を行う制御装置とを備える１ポンプ方式の配管系設備において、
前記バイパスを流れる熱媒流量を測定するバイパス流量計と、前記送りヘッダと戻りヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、
予め、前記熱媒ポンプ、熱源機器、送りヘッダ、バイパス、戻りヘッダを巡る循環系において、各熱媒ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得ておき、
前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記熱媒ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各熱媒ポンプの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、これら各熱媒ポンプの流量Q_iを合算した全流量Q_P

から前記バイパス流量計が測定した流量Q_bを差し引くことにより、熱媒の搬送流量を算出することを特徴とする配管系設備における流量測定方法。

【請求項２】

熱媒を冷却又は加熱する複数の熱源機器と、各熱源機器に対応して設けられるとともに、冷却又は加熱された熱媒を圧送する１次ポンプと、前記熱源機器からの熱媒を集約する第１送りヘッダと、第１送りヘッダから熱媒を送る複数の２次ポンプと、各２次ポンプに対応して設けられるとともに、ポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器と、前記２次ポンプからの熱媒を集約する第２送りヘッダと、この第２送りヘッダから熱媒が供給される外部負荷機器と、外部負荷機器で熱交換された熱媒が戻されるとともに、各熱源機器に分配する戻りヘッダと、前記第１送りヘッダと第２送りヘッダとを繋ぐ第１バイパス及び第１バイパス弁と、前記第１送りヘッダ部又はその近傍と前記戻りヘッダ部又はその近傍とを繋ぐ第２バイパスと、前記熱源機器の運転台数制御及び前記２次ポンプの運転制御及び第１バイパス弁の開度制御を行う制御装置とを備える２ポンプ方式の配管系設備において、

前記第１バイパスを流れる熱媒流量を測定するバイパス流量計と、前記第１送りヘッダと第２送りヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、

予め、前記２次ポンプ、第２送りヘッダ、第１バイパス、第１送りヘッダを巡る循環系において、各２次ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得ておき、

前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記２次ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各２次ポンプの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、これら各２次ポンプの流量Q_iを合算した全流量Q_Pから前記バイパス流量計が測定した流量Q_bを差し引くことにより、熱媒の搬送流量を算出することを特徴とする配管系設備における流量測定方法。

【請求項３】

第１ヘッダと第２ヘッダとの間に、少なくとも液体を圧送する複数のポンプが配設されるとともに、各ポンプに対応してポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器が設けられ、前記第１ヘッダと第２ヘッダとを繋ぐバイパスが設けられるとともに、このバイパスを流れる液体流量を調整するバイパス弁が設けられ、更に前記ポンプの運転制御及び前記バイパス弁の開度制御を行う制御装置が設けられた配管系設備の液体搬送部において、

前記バイパスを流れる液体流量を測定するバイパス流量計と、前記第１ヘッダと第２ヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、

予め、前記第１ヘッダ、熱媒ポンプ、第２ヘッダ及びバイパスを巡る循環系において、各熱媒ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得ておき、

前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記熱媒ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各熱媒ポンプの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、これら各熱媒ポンプの流量Q_iを合算した全流量Q_Pから前記バイパス流量計が測定した流量Q_bを差し引くことにより、熱媒の搬送流量を算出することを特徴とする配管系設備における流量測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、地域冷暖房施設等の熱源供給システムや、工場、一般ビルなどの熱源供給システムとして用いられる配管系設備における流量測定方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来より、地域冷暖房施設等の熱源供給システムや、工場、一般ビルなどの熱源供給シ

ステムとして、図７に示される１ポンプ方式熱源設備５０が知られている。

【０００３】

前記１ポンプ熱源設備５０は、同図７に示されるように、熱媒を加熱又は冷却する第１～第３の熱源機器５１Ａ～５１Ｃ、及び各熱源機器５１Ａ～５１Ｃで加熱又は冷却された熱媒を圧送する各熱媒ポンプ５２Ａ～５２Ｃ、各熱媒ポンプ５２Ａ～５２Ｃに対応して設けられるとともに、ポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器５３Ａ～５３Ｃと、各熱媒ポンプ５２Ａ～５２Ｃで圧送された熱媒を集約する送りヘッダ５４と、各部位（部屋）に配置された熱交換器（空調機）５８，５８…に送給された後、熱交換器（空調機）５８，５８…から還ってきた熱媒を各熱源機器５１Ａ～５１Ｃに分配する戻りヘッダ５５と、前記送りヘッダ５４と戻りヘッダ５５とを繋ぐバイパス６２と、その中間に設けられたバイパス弁６３と、前記送りヘッダ５４と戻りヘッダ５５との間の差圧を計測する差圧計６４と、熱源機器５１Ａ～５１Ｃの制御及びバイパス弁６３の開度制御を行う制御装置６０とを備える構成となっている。

【０００４】

かかる１ポンプ熱源設備５０においては、熱媒ポンプ５２Ａ～５２Ｃにより圧送された熱媒は、送りヘッダ５４において混合され、主管５９（往水管路）を介して熱交換器５８（空調機）へ供給される。そして、熱交換器５８（空調機）において熱交換された後、還水管路を介して戻りヘッダ５５に戻され、再び熱媒ポンプ５２Ａ～５２Ｃによって圧送され循環する（下記特許文献１～３等参照）。

【特許文献１】特開２０００－１８６８３号公報

【特許文献２】特開２００４－１８４０５２号公報

【特許文献３】特開２００４－２４５５６０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、従来の１ポンプ方式熱源設備５０においては、同図７に示されるように、送りヘッダ５４から主管５９を通じて熱交換器側へ供給される熱媒の流量を測定するには、前記主管５９に電磁式、超音波式、ピトー管式などの流量計６５を設置して直接測定する必要があった。このとき、既設の熱源設備に流量計６５を設置する場合、前記超音波流量計の場合を除いて、主管５９の切断加工や穴空け加工などが必要となる。また、この加工作業に伴い、主管５９への熱媒供給の停止や、主管内の熱媒をすべて抜き取る必要があり、これには多くの費用と日数を要していた。このため、既存の設備において主管５９に供給される流量を測定することは、超音波流量計以外の流量計では容易ではなかった。

【０００６】

また、一般に流量計は、設置する配管の口径が大きくなるほど設備コストがかかるため、比較的大口径の主管に流量計を設置するには設備コストが嵩むという欠点があった。さらに、大口径かつ大流量の主管の流路中に流量計を設置すると、流量計の種類によっては流量計での抵抗が大きくなり、ポンプ動力を浪費するため、設置する流量計の種類にも制約があった。

【０００７】

そこで本発明の主たる課題は、配管系設備において、主管に流量計を設置しなくても、流量を簡単に測定する方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

前記課題を解決するために請求項１に係る本発明として、熱媒を冷却又は加熱する１又は複数の熱源機器と、各熱源機器に対応して設けられるとともに、冷却又は加熱された熱媒を圧送する熱媒ポンプと、各熱媒ポンプに対応して設けられるとともに、ポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器と、前記熱源機器からの熱媒を集約する送りヘッダと、この送りヘッダから熱媒が供給される外部負荷機器と、外部負荷機器で熱交換された熱媒が戻されるとともに、各熱源機器に分配する戻りヘッダと、前記送りヘッダ部又はその近

傍と前記戻りヘッダ部又はその近傍とを繋ぐバイパスと、このバイパスを流れる熱媒の流量を調整するバイパス弁と、前記熱媒ポンプの運転制御及び前記バイパス弁の開度制御を行う制御装置とを備える１ポンプ方式の配管系設備において、

前記バイパスを流れる熱媒流量を測定するバイパス流量計と、前記送りヘッダと戻りヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、

予め、前記熱媒ポンプ、熱源機器、送りヘッダ、バイパス、戻りヘッダを巡る循環系において、各熱媒ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得ておき、

前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記熱媒ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各熱媒ポンプの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、これら各熱媒ポンプの流量Q_iを合算した全流量Q_Pから前記バイパス流量計が測定した流量Q_bを差し引くことにより、熱媒の搬送流量を算出することを特徴とする配管系設備における流量測定方法が提供される。

【０００９】

上記請求項１記載の本発明では、バイパスを流れる熱媒流量を測定するバイパス流量計と、送りヘッダと戻りヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、予め、前記熱媒ポンプ、熱源機器、送りヘッダ、バイパス、戻りヘッダを巡る循環系において、各熱媒ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得た後、実運転時に、前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記熱媒ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各熱媒ポンプの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、この各熱媒ポンプの流量Q_iを合算した全流量Q_Pから前記バイパス流量計が測定した流量Q_bを差し引くことにより熱媒搬送流量を算出する。

【００１０】

従って、主管に流量計を設置しなくても、送りヘッダから熱交換器側へ供給される熱媒の流量を測定できるようになるため、主管の加工作業やこれに伴う熱源設備の運転停止及び熱媒の抜取り作業などが不要となる。また、バイパスに設ける流量計は、比較的小口径かつ小流量で足りるため、安価な流量計で済み設備コストが低減できるとともに、流量計による抵抗も抑制できるためポンプの省エネルギー化にも貢献できるようになる。

【００１１】

また、本発明の場合は、バイパスに流量計を設置するだけで良いため、後施工の場合でも、主管を閉鎖することなく工事が可能である。

【００１２】

請求項２に係る本発明として、熱媒を冷却又は加熱する複数の熱源機器と、各熱源機器に対応して設けられるとともに、冷却又は加熱された熱媒を圧送する１次ポンプと、前記熱源機器からの熱媒を集約する第１送りヘッダと、第１送りヘッダから熱媒を送る複数の２次ポンプと、各２次ポンプに対応して設けられるとともに、ポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器と、前記２次ポンプからの熱媒を集約する第２送りヘッダと、この第２送りヘッダから熱媒が供給される外部負荷機器と、外部負荷機器で熱交換された熱媒が戻されるとともに、各熱源機器に分配する戻りヘッダと、前記第１送りヘッダと第２送りヘッダとを繋ぐ第１バイパス及び第１バイパス弁と、前記第１送りヘッダ部又はその近傍と前記戻りヘッダ部又はその近傍とを繋ぐ第２バイパスと、前記熱源機器の運転台数制御及び前記２次ポンプの運転制御及び第１バイパス弁の開度制御を行う制御装置とを備える２ポンプ方式の配管系設備において、

前記第１バイパスを流れる熱媒流量を測定するバイパス流量計と、前記第１送りヘッダと第２送りヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、

予め、前記２次ポンプ、第２送りヘッダ、第１バイパス、第１送りヘッダを巡る循環系において、各２次ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに

、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得ておき、

前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記２次ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各２次ポンプの流量$Ｑ_{i}$をそれぞれ算出するとともに、これら各２次ポンプの流量$Ｑ_{i}$を合算した全流量$Ｑ_{P}$から前記バイパス流量計が測定した流量$Ｑ_{b}$を差し引くことにより、熱媒の搬送流量を算出することを特徴とする配管系設備における流量測定方法が提供される。

【００１３】

上記請求項２記載の発明は、所謂２次ポンプ方式の熱源設備に対して、本発明を適用したものである。

【００１４】

請求項３に係る本発明として、第１ヘッダと第２ヘッダとの間に、少なくとも液体を圧送する複数のポンプが配設されるとともに、各ポンプに対応してポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器が設けられ、前記第１ヘッダと第２ヘッダとを繋ぐバイパスが設けられるとともに、このバイパスを流れる液体流量を調整するバイパス弁が設けられ、更に前記ポンプの運転制御及び前記バイパス弁の開度制御を行う制御装置が設けられた配管系設備の液体搬送部において、

前記バイパスを流れる液体流量を測定するバイパス流量計と、前記第１ヘッダと第２ヘッダとの間の差圧を測定する差圧計とを配設し、

予め、前記第１ヘッダ、熱媒ポンプ、第２ヘッダ及びバイパスを巡る循環系において、各熱媒ポンプ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑの算出式を得ておき、

前記算出式に、前記差圧計が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記熱媒ポンプの運転周波数ｆとを与えることにより、各熱媒ポンプの流量$Ｑ_{i}$をそれぞれ算出するとともに、これら各熱媒ポンプの流量$Ｑ_{i}$を合算した全流量$Ｑ_{P}$から前記バイパス流量計が測定した流量$Ｑ_{b}$を差し引くことにより、熱媒の搬送流量を算出することを特徴とする配管系設備における流量測定方法が提供される。

【００１５】

上記請求項３記載の発明は、配管系設備全般に本発明を適用したものである。

【発明の効果】

【００１６】

以上詳説のとおり本発明によれば、配管系設備において、主管に流量計を設置しなくても、流量を簡単に測定可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１７】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳述する。

【００１８】

〔１ポンプ方式熱源設備〕

図１に示される１ポンプ方式熱源設備１Ａは、熱媒を冷却又は加熱する１又は複数の熱源機器２Ａ～２Ｃと、各熱源機器２Ａ～２Ｃに対応して設けられるとともに、冷却又は加熱された熱媒を圧送する熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃと、各熱媒ポンプに対応して設けられるとともに、ポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器１４Ａ～１４Ｃと、前記熱源機器２Ａ～２Ｃからの熱媒を集約する送りヘッダ４と、この送りヘッダ４から熱媒を供給される外部負荷機器９，９…と、前記各外部負荷機器に対応して設けられるとともに、該外部負荷機器を流れる熱媒の流量を調整する流量調整弁１１と、外部負荷機器９，９…で熱交換された熱媒が戻されるとともに、各熱源機器２Ａ～２Ｃに分配する戻りヘッダ１０と、前記送りヘッダ部４又はその近傍と前記戻りヘッダ部１０又はその近傍とを繋ぐバイパス１３と、このバイパス１３を流れる熱媒の流量を調整するバイパス弁１２と、前記熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃの運転制御及び前記バイパス弁１２の開度制御を行う制御装置８とを備え

るものである。

【００１９】

また、計測機器類として、前記バイパス１３を流れる熱媒の流量を測定するためのバイパス流量計１７と、前記送りヘッダ４と戻りヘッダ１０の間の差圧を測定する差圧計１６を配設し、かつヘッダ間差圧Ｐ、運転周波数ｆ、バイパス流量Q_bに基づいて、熱媒搬送流量を算出する流量演算装置２０を配設している。

【００２０】

〔熱媒流量の測定方法〕

熱媒流量の測定にあたっては、図２に示されるように、予め、前記熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃ、熱源機器２Ａ～２Ｃ、送りヘッダ４、バイパス１３、戻りヘッダ１０を巡る循環系において、各熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るとともに、この関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑｉの算出式を得ておき、これを前記流量演算装置２０に記憶しておく。

【００２１】

そして、前記流量演算装置２０において、前記算出式に、前記差圧計１６が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃの運転周波数ｆとを与えることにより、各熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、これら各熱媒ポンプの流量Q_iを合算した全流量Q_Pから前記バイパス流量計１７が測定した流量Q_bを差し引くことにより主管１５を流れる流量Q_Mが算出される。

【００２２】

前記熱源機器２Ａ～２Ｃは、流量範囲や機種などの仕様がそれぞれ同一のものである必要はなく、それぞれ仕様が異なる複数の前記熱源機器とされ、各熱源機器の前記仕様に対応した能力の異なる熱媒ポンプが設けられていてもよい。

【００２３】

以下、更に具体的に詳述する。

（熱媒ポンプの実機特性試験）

先ず初めに、前記熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃ、熱源機器２Ａ～２Ｃ、送りヘッダ４、バイパス１３、戻りヘッダ１０を巡る循環系において、各熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得るようにする。

【００２４】

具体的には、実機において、手動弁１８により外部負荷機器９，９…側への熱媒の供給路を遮断し、前記バイパス１３を循環する流路を形成し、前記各熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃを定格周波数Ｆ（５０Hz又は６０Hz）で運転した状態で、前記バイパス弁１２の開度を変え（例えば、開度１０％ステップで１００％→０％）、前記差圧計１６による両ヘッダ間の差圧Ｐと、前記バイパス流量計１７によりバイパス１３を流れる熱媒の流量Ｑとを測定し、両者の関係式を実験的に求める。図３に、熱媒ポンプ単体の場合のＰ－Ｑ曲線とともに、上記実験により得られたＰ－Ｑ曲線を示す。なお、実験により得られたＰ－Ｑ曲線は、熱源設備２Ａ～２Ｃ、ストレーナー、チャッキバルブ、配管抵抗等を含んだものである。

【００２５】

前記両ヘッダ間の差圧Ｐと熱媒の流量Ｑとの関係式は、下式(1)のように近似することができる。

【数１】

$$P = A \times Q^2 + B \times Q + C \qquad \cdots (1)$$

【００２６】

上記関係式は、定格周波数Ｆ（５０Hz又は６０Hz）で運転した条件のものであるから、ポンプの運転周波数が任意の周波数ｆの時の関係式は、下式(2)のように近似することができる。

【数２】

$$P=A\times Q^{2}+B\times Q\times(f/F)+C\times(f/F)^{2} \quad \cdots(2)$$

ここで、Ｐ：両ヘッダ間の差圧

Ｑ：熱媒の流量

ｆ：熱媒ポンプの運転周波数

Ｆ：熱媒ポンプの定格周波数

Ａ，Ｂ，Ｃ：係数

【００２７】

ところで、上記手法は、実験的に求める方法であるが、ポンプのＰ－Ｑ特性図、熱源機器のＰ－Ｑ特性図、配管系のＰ－Ｑ特性図が予め判明している場合は、（ポンプのＰ－Ｑ特性図による圧力）－（熱源機器及び配管系のＰ－Ｑ特性図による圧力低下）によるＰ－Ｑ特性図を上式(1)で近似させることにより、上式(2)を導くことができる。

【００２８】

（各熱媒ポンプの流量Q_iの算出）

前記熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃについて、各熱媒ポンプの流量Q_iを算出するため、上式(2)を熱媒の流量Ｑについて解いて、次式(3)のように変形する。

【数３】

$$Q_i=\{-Y\pm(Y^{2}-4\times X\times Z)^{0.5}\}/(2\times X) \quad \cdots(3)$$

ここで、$X=A$

$Y=B\times f_i/F_i$

$Z=C\times(f_i/F_i)^{2}-P$

f_i：各熱媒ポンプの運転周波数

F_i：各熱媒ポンプの定格周波数

ｉ＝１，２，３，…，ｎ（ｎは熱媒ポンプの台数）

【００２９】

Ｐ－Ｑ特性の異なるポンプが同一系統に存在する場合には全てのポンプについて、上式(3)から、各熱媒ポンプの運転周波数f_i、定格周波数F_i及びヘッダ間の差圧Ｐを代入して、各熱媒ポンプの流量Q_iが算出できる。

（熱媒ポンプの合計流量Q_Pの算出）

次に、上式(3)で算出した各熱媒ポンプの流量Q_iから、次式(4)により熱媒ポンプの合計流量Q_P、すなわち送りヘッダ４に流入する熱媒の流量を算出する。

【数４】

$$Q_P=\Sigma Q_i \quad \cdots(4)$$

【００３０】

（主管１５を流れる流量Q_Mの算出）

最後に、前記合計流量Q_Pからバイパス１３の流量Q_bを補正して、主管１５に送給される流量Q_Mを求める。すなわち、次式(5)に示されるように、熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃから圧送される全流量Q_Pから、バイパス１３を通って戻りヘッダ１０に戻される流量Q_bを差し引くことにより、主管１５を通って外部負荷機器９，９…側に送られる流量Q_Mが算出できる。

【数５】

$$Q_M = Q_P - Q_b \quad \cdots (5)$$

【００３１】

上述の通り、本発明では、主管１５に流量計を設置しなくても、周波数制御器への運転周波数ｆの設定値と、差圧計１６によるヘッダ間の差圧Ｐの測定値とから各熱媒ポンプ３Ａ～３Ｃによる各流量Q_iが算出でき、それらの合計流量Q_Pから、バイパス流量計１７の測定値Q_bを差し引くことにより、簡便に主管１５の流量Q_Mを算出することができる。

（実証試験）

所定の運転条件において、本発明に係る流量測定方法により求めた主管１５の流量の算出値と、主管１５に流量計を設置して測定した流量の実測値とを比較したものを図４に示す。この結果、本発明に係る流量測定方法による算出値は、実測値に対して精度よく対応し、本測定方法の有効性が実証された。

【００３２】

〔２ポンプ方式熱源設備〕

図５に示される２ポンプ方式熱源設備１Ｂは、熱媒を冷却又は加熱する複数の熱源機器２Ａ～２Ｃと、各熱源機器２Ａ～２Ｃに対応して設けられるとともに、熱媒を圧送する１次ポンプ３Ａ～３Ｃと、前記熱源機器２Ａ～２Ｃからの熱媒を集約する第１送りヘッダ４Ａと、第１送りヘッダ４Ａから熱媒を送給する２次ポンプ６Ａ～６Ｃと、これら２次ポンプ６Ａ～６Ｃをそれぞれ回転数制御するインバータ７Ａ～７Ｃと、前記２次ポンプ６Ａ～６Ｃから熱媒が送給される第２送りヘッダ４Ｂと、第２送りヘッダ４Ｂから熱媒が供給される空調機等の外部負荷機器９，９…と、外部負荷機器９，９…で熱交換された熱媒が戻されるとともに、各熱源機器２Ａ～２Ｃに分配する戻りヘッダ１０と、前記第１送りヘッダ４Ａと第２送りヘッダ４Ｂとを繋ぐ第１バイパス１１及び第１バイパス弁１２と、前記第１送りヘッダ部４Ａ又はその近傍と前記戻りヘッダ部１０又はその近傍とを繋ぐ第２バイパス１９と、前記熱源機器２Ａ～２Ｃの運転台数制御及び前記２次ポンプ６Ａ～６Ｃ（インバータ７Ａ～７Ｃ）の運転制御及び前記第１バイパス弁１２の開度制御を行う制御装置８とを備えるものである。

【００３３】

前記第１バイパス１１を流れる熱媒の流量を測定するバイパス流量計１７と、前記第１送りヘッダ４Ａと第２送りヘッダ４Ｂとの間の差圧を測定する差圧計１６とを配設し、かつヘッダ間差圧Ｐ、運転周波数ｆ、バイパス流量Q_bに基づいて、熱媒搬送流量を算出する流量演算装置２０を配設している。

【００３４】

〔熱媒流量の測定方法〕

熱媒流量の測定にあたっては、予め、手動弁１８により外部負荷機器９，９…側への流路を遮断した状態で、前記２次ポンプ６Ａ～６Ｃ、第２送りヘッダ４Ｂ、バイパス１１、第１送りヘッダ４Ａを巡る循環系において、各２次ポンプ６Ａ～６Ｃ毎に、ヘッダ間差圧Ｐとポンプ流量Ｑとの関係式を得る。図６に、熱媒ポンプ単体の場合のＰ－Ｑ曲線とともに、得られたＰ－Ｑ曲線を示す。なお、実験により得られたＰ－Ｑ曲線は、ストレーナー、チャッキバルブ及び配管抵抗等を含んだものである。

【００３５】

そして、前記関係式に基づいて、任意のポンプ運転周波数ｆ時における、ヘッダ間差圧Ｐをパラメータとするポンプ流量Ｑｉの算出式を得ておく。

【００３６】

そして、前記流量演算装置２０において、前記算出式に、前記差圧計１６が測定したヘッダ間の差圧Ｐと、前記周波数制御器に対する設定値である前記２次ポンプ６Ａ～６Ｃの運転周波数ｆとを与えることにより、各２次ポンプ６Ａ～６Ｃの流量Q_iをそれぞれ算出するとともに、これら各２次ポンプ６Ａ～６Ｃの流量Q_iを合算した全流量Q_Pから前記

バイパス流量計１７が測定した流量Q_bを差し引くことにより主管１５を流れる流量Q_Mが算出される。

【００３７】

具体的な算出要領は、上記〔１ポンプ方式熱源設備〕の欄で説明済みであるため省略する。

【００３８】

〔他の形態例〕

(1)上記形態例では、１ポンプ方式熱源設備と２ポンプ方式熱源設備に対する適用例を述べたが、本発明は、第１ヘッダと第２ヘッダとの間に、少なくとも液体を圧送する複数のポンプが配設されるとともに、各ポンプに対応してポンプ回転周波数を可変制御する周波数制御器が設けられ、前記第１ヘッダと第２ヘッダとを繋ぐバイパスが設けられるとともに、このバイパスを流れる液体流量を調整するバイパス弁が設けられ、更に前記ポンプの運転制御及び前記バイパス弁の開度制御を行う制御装置が設けられた配管系設備全般に対して適用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【００３９】

【図１】１ポンプ方式熱源設備１Ａを示す配管図である。

【図２】本発明の流量測定方法のフロー図である。

【図３】１ポンプ方式熱源設備１の実機における熱媒の流量Ｑとヘッダ間の差圧Ｐとの関係（Ｐ－Ｑ曲線）を示すグラフである。

【図４】流量測定方法による算出値と実測値との関係を示すグラフである。

【図５】２ポンプ方式熱源設備１Ｂを示す配管図である。

【図６】２ポンプ方式熱源設備１Ｂの実機における熱媒の流量Ｑとヘッダ間の差圧Ｐとの関係（Ｐ－Ｑ曲線）を示すグラフである。

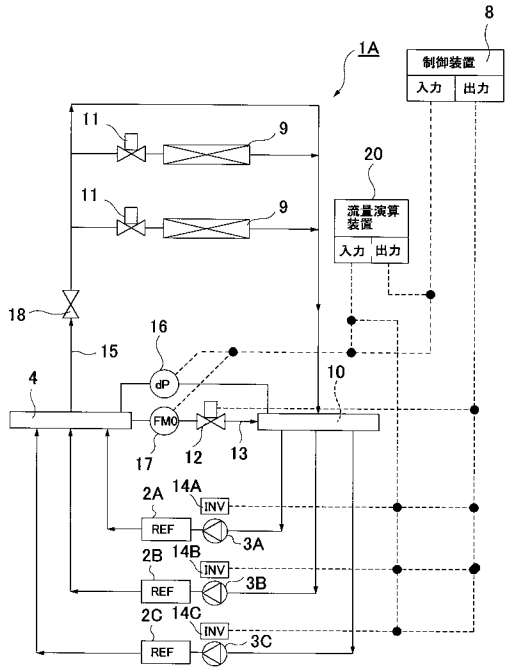
【図７】従来の１ポンプ方式熱源設備５０を示す配管図である。

【符号の説明】

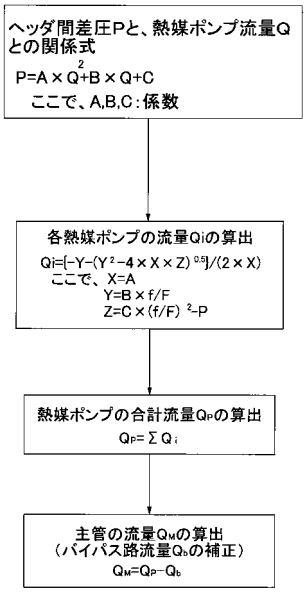
【００４０】

１Ａ…１ポンプ方式熱源設備、１Ｂ…２ポンプ方式熱源設備、２Ａ～２Ｃ…熱源機器、３Ａ～３Ｃ…熱媒ポンプ（一次ポンプ）、４…送りヘッダ、４Ａ…第１送りヘッダ、４Ｂ…第２送りヘッダ、６Ａ～６Ｃ…２次ポンプ、７Ａ～７Ｃ…インバータ、８…制御装置、１０…戻りヘッダ、１１…第１バイパス、１２…バイパス弁、１３…バイパス、１４Ａ～１４Ｃ…周波数制御器、１６…差圧計、１７…バイパス流量計、１９…第２バイパス、２０…流量演算装置

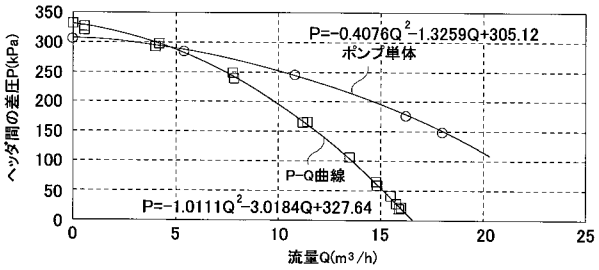
【図１】


8
1A
制御装置
入力
出力
11
9
20
流量演算装置
入力
出力
18
15
16
dP
4
FMO
10
17
12
13
2A
14A
INV
REF
3A
2B
14B
3B
2C
14C
3C

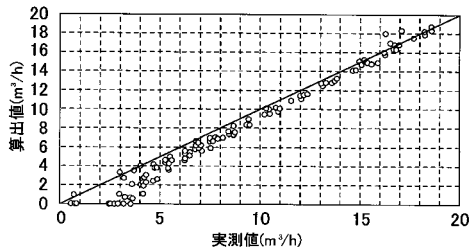
【図２】


ヘッダ間差圧Pと、熱媒ポンプ流量Qとの関係式
P=A×Q²+B×Q+C
ここで、A,B,C：係数
各熱媒ポンプの流量Qiの算出
Qi=[-Y-(Y²-4×X×Z)^0.5]/(2×X)
ここで、X=A
Y=B×f/F
Z=C×(f/F)²-P
熱媒ポンプの合計流量QPの算出
QP=ΣQi
主管の流量QMの算出
（バイパス路流量Qbの補正）
QM=QP-Qb

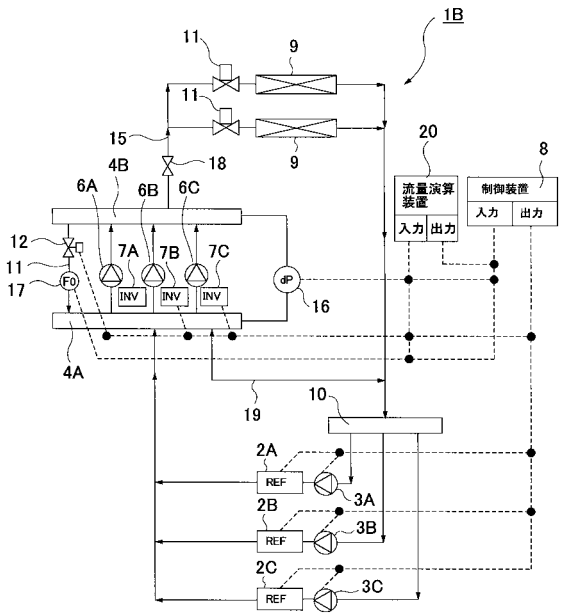
【図３】


ヘッダ間の差圧P(kPa)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25
流量Q(m³/h)
P=-0.4076Q²-1.3259Q+305.12
ポンプ単体
P-Q曲線
P=-1.0111Q²-3.0184Q+327.64

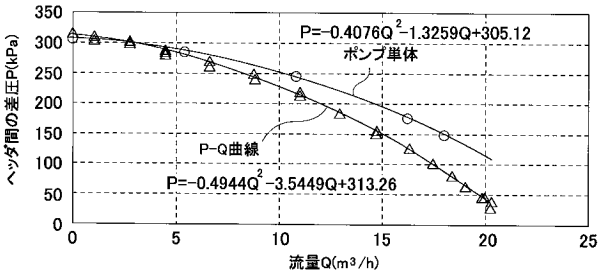
【図４】


算出値(m³/h)
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
0
5
10
15
20
実測値(m³/h)
P

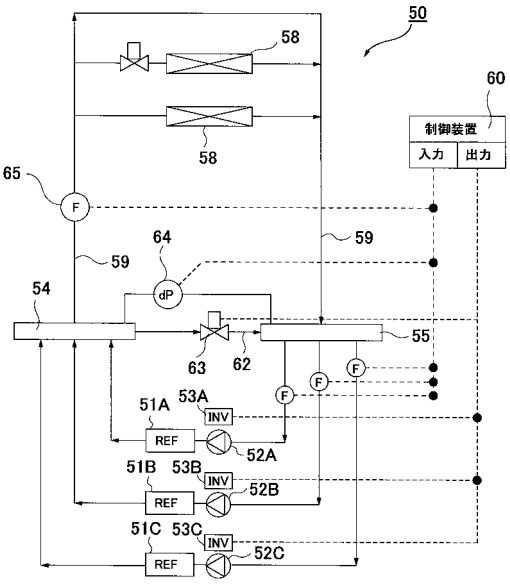
【図５】


1B
11
9
11
9
15
4B
18
20
8
流量演算装置
制御装置
入力
出力
入力
出力
6A
6B
6C
12
11
17
F0
7A
7B
7C
INV
INV
INV
dP
16
4A
19
10
2A
REF
3A
2B
REF
3B
2C
REF
3C

【図６】


P=−0.4076Q²−1.3259Q+305.12
ポンプ単体
P−Q曲線
P=−0.4944Q²−3.5449Q+313.26
ヘッダ間の差圧P(kPa)
流量Q(m³/h)
350
300
250
200
150
100
50
0
0
5
10
15
20
25

【図７】


50
58
58
60
制御装置
入力
出力
65
F
64
dP
59
59
54
55
63
62
F
F
F
51A
53A
INV
REF
52A
51B
53B
INV
REF
52B
51C
53C
INV
REF
52C

フロントページの続き

審査官　石井　哲

(56)参考文献　特開２００６－２２０３６３（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－２６６５６６（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０５２５１８（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２０５４８３（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２８０６９８（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１６９８９８（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－０８９９３５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｆ　　１／００
Ｆ２４Ｆ　１１／０２