(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4583530号
(P4583530)

(45)発行日　平成22年11月17日(2010.11.17)　(24)登録日　平成22年9月10日(2010.9.10)

(51)Int.Cl.			F I		
C09K	5/08	(2006.01)	C09K	5/00	D
C02F	1/20	(2006.01)	C02F	1/20	Z
C02F	1/70	(2006.01)	C02F	1/70	Z
F28F	19/00	(2006.01)	F28F	19/00	511Z

請求項の数 14　(全 18 頁)

(21)出願番号　特願平11-339665
(22)出願日　平成11年11月30日(1999.11.30)
(65)公開番号　特開2000-336351(P2000-336351A)
(43)公開日　平成12年12月5日(2000.12.5)
審査請求日　平成18年8月9日(2006.8.9)
(31)優先権主張番号　特願平11-75092
(32)優先日　平成11年3月19日(1999.3.19)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000004400
オルガノ株式会社
東京都江東区新砂１丁目２番８号
(73)特許権者　000001063
栗田工業株式会社
東京都新宿区西新宿３丁目４番７号
(73)特許権者　000245531
野村マイクロ・サイエンス株式会社
神奈川県厚木市岡田二丁目９番８号
(73)特許権者　000205041
大見　忠弘
宮城県仙台市青葉区米ケ袋２－１－１７－３０１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱交換用水及びその供給装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

被熱交換体と熱交換用水との熱交換を行う熱交換器の熱交換用水であって、該熱交換用水は還元性水であり、該還元性水は、水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルであることを特徴とする熱交換用水。

【請求項２】

電子部品部材類製造装置の熱交換器の冷却に使用される冷却水であることを特徴とする請求項１記載の熱交換用水。

【請求項３】

被熱交換体と水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルである還元性水とで熱交換を行う熱交換器と、該熱交換器に前記還元性水を供給する還元性水供給手段と、前記還元性水を冷却する還元性水冷却手段と、前記熱交換器、前記還元性水供給手段及び前記還元性水冷却手段で循環系を形成するように連接する還元性水循環配管を有し、該還元性水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする熱交換用水供給装置。

【請求項４】

前記還元性水循環配管の途中、もしくは前記還元性水循環配管から一部を分岐し、再度

当該還元性水循環配管に連接するバイパス配管の途中に前記還元性水を製造する還元性水製造手段を配置したものであり、且つ前記還元性水製造手段と前記バイパス配管を含めた還元性水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする請求項３記載の熱交換用水供給装置。

【請求項５】

前記還元性水循環配管に連接する配管途中に前記還元性水を製造する還元性水製造手段を備える外部配管を有し、前記還元性水製造手段を備える外部配管を含めた還元性水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする請求項３記載の熱交換用水供給装置。

【請求項６】

冷却水を供給する冷却水供給手段と、被熱交換体と水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルである冷却水とで熱交換を行う熱交換器と、該冷却水供給手段と前記熱交換器で循環系を形成するように連接する冷却水循環配管を有し、該冷却水循環配管に冷却水を取り込む冷却水供給口と、冷却水を排出する冷却水排出口と、前記冷却水供給口から前記冷却水循環配管に流れる冷却水の流量を調節するための流量調節バルブと、前記冷却水供給口から前記冷却水循環配管へ当該冷却水循環配管中を循環している冷却水の温度よりも温度が低い冷却水を供給し、前記冷却水排出口から流出した冷却水が冷却手段にて冷却された後に再び前記冷却水供給口から流入するように構成された冷却水供給システムを備え、前記冷却水循環配管中を流れる前記冷却水の温度を所望の温度に制御する目的で前記流量調節バルブを通過する前記冷却水の流量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする熱交換用水供給装置。

【請求項７】

更に、前記冷却水循環配管に冷却水タンクを設けたことを特徴とする請求項６記載の熱交換用水供給装置。

【請求項８】

前記冷却水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする請求項６又は７記載の熱交換用水供給装置。

【請求項９】

還元性水を製造する還元性水製造手段を前記冷却供給システムに直列、並列又は系外に設置し、前記還元性水製造手段を含めた冷却水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする請求項６～８のいずれか１項に記載の熱交換用水供給装置。

【請求項１０】

前記冷却水排出口から前記冷却水循環配管へ冷却水が逆流しないように、前記冷却水排出口に逆止弁を備えたことを特徴とする請求項６～９のいずれか１項に記載の熱交換用水供給装置。

【請求項１１】

前記還元性水循環配管又は前記冷却水循環配管周囲に断熱材を備えたことを特徴とする請求項３～１０のいずれか１項に記載の熱交換用水供給装置。

【請求項１２】

更に、前記循環系の循環水の一部又は全部を該循環系外に排出する排出配管及び／又は循環水調整用の補給水を補給する補給配管を有することを特徴とする請求項３～１１のいずれか１項記載の熱交換用水供給装置。

【請求項１３】

更に、還元性水製造手段で製造された還元性水の標準酸化還元電位を測定する標準酸化還元電位測定手段及び／又は溶存水素濃度を測定する溶存水素測定手段を有し、その検知結果に基づいて還元性水の水質を制御することを特徴とする請求項４又は５記載の熱交換用水供給装置。

【請求項１４】

前記還元性水冷却手段で循環水を熱交換する媒体が、水に水素ガスを溶解した水素溶解

水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルである還元性水であることを特徴とする請求項３～５のいずれか１項記載の熱交換用水供給装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、機械設備、空気、液体などの被熱交換体と高効率で熱交換を行う環境負荷を低減できる熱交換用水及びその供給装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

機械設備、空気、液体などの被熱交換体を冷却する熱交換器は、各種工場、研究所などの多方面の分野において使用されている。従来、この熱交換器において、被熱交換体と熱交換を行う熱媒体は、取り扱い上安全で、且つ安価であることから市水及び工業用水などの水が多く採用されている。これは、水は比熱、熱伝導率が非常に大きいことによる。また、従来の熱媒体、すなわち熱交換用水の供給装置は、例えば図１１のフロー図に示すように、熱交換用水循環ポンプ５１と、熱交換用水を水５２１で冷却するクーラー５２と、被熱交換体５７１を冷却する冷却器５７とを配管５４で連接して、循環系を形成し、その循環系より冷却水の水質劣化などが生じればその一部又は全部を排出する排出管５６と、冷却水用補給水を循環系に供給する補給配管５５を有している。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の水を熱媒体として使用する熱交換器においては、次のような問題を有している。すなわち、（１）熱交換用水に用いる水は、溶存酸素又は殺菌のための次亜塩素酸又は次亜塩素酸ナトリウム等の酸化剤を溶解しており、これらの酸化力によって熱交換用水供給配管系や熱交換器接液部などに使用される金属材料が酸化され、(i) 接液部に酸化皮膜、激しい時は瘤状の隆起が生成して熱交換効率を著しく低下させるだけでなく、系内抵抗を上昇させて所定の熱交換用水量を流せなくなったりする。(ii)接液部の金属が酸化溶解して肉厚が薄くなり、構成部材の機械的強度が低下し、場合によっては構成材が破裂して熱交換用水の水漏れを起こす原因ともなる。(iii) いわゆる赤水の発生、腐食剥離した金属片による濁度上昇により配管系内のフィルターの目詰まり等の問題を生じさせる原因となる。（２）上記の問題を解決するために防錆剤などの薬剤を添加する設備を用いることが多く、薬剤を常に購入貯蔵しなければならず、経費、保管スペースなどのコストがかかると共に、防錆剤の添加された熱交換用水をブローダウンする際に環境への影響に配慮して廃棄しなければならない。（３）溶存酸素による酸化を防ぐために、熱交換用水を脱気して溶存酸素濃度を低減させる方法があるが、酸素を低減させるだけでは使用金属材料の酸化、腐食などを十分に防止することができない。（４）場合によっては、配管系内に藻類や微生物が増殖し、接液部には生物膜が生じて熱交換効率の低下や管内抵抗の上昇を引き起こすことがある。この場合は殺菌剤などの薬剤添加を行う必要があり、上記（２）と同様のコストの上昇、環境問題を生じさせる原因となる。（５）熱交換器に流される冷却水の流量は、通常、被熱交換体が最大の熱負荷を発生した場合に被熱交換体の温度を所定の温度以下になるように余裕をもって定められ、個別に流量を制御することは行われていない。更に、被熱交換体の動作状況により発熱負荷量は大きく変化し、且つ機器が停止中には発熱しないにもかかわらず、最大発熱負荷量に合わせた、常に一定流量の冷却水を流しているのが現状である。すなわち、機器の稼働状況によっては、ほとんどの冷却水が無駄に流れていることになる。また、従来の熱交換用水供給装置では、冷却水の供給温度は通常室温であり、排出温度はそれよりも５℃程度高くなっている。冷却水の供給温度と排出温度の温度差は小さくしなければならず、結局、大流量の冷却水を必要としているのが現状である。これらの理由により、被熱交換体の設置台数が多い工場では莫大な流量の冷却水を循環させる熱交換用水供給装置及び冷却水供給システムが必要となる。

大流量の冷却水を流すためには、冷却水の循環ラインを太くして、配管のコンダクタンスを減少させる必要があるが、限度があるため、圧送ポンプの圧送圧力を高くする方法が採用されている。しかし圧送ポンプの消費電力は、ポンプの排出速度と設置台数に依存して大きくなるため、それによるポンプ大型化、大口径配管等に伴うコスト、占有面積の増大及び大型ポンプより発生する振動等の問題があり、加えて、多量の熱交換用水をブローダウンすることによる環境への影響は無視できない状況となっている。このように、従来は環境に優しく、且つ長期間に亘って高効率で安定した冷却効果を持続させるような熱交換用水及びその供給装置が得られているとは言い難かった。

【０００４】

従って、本発明の目的は、熱交換用水の供給／循環配管又は熱交換器接液部の金属材料の酸化劣化を完全に防止し、且つ藻類や微生物の増殖を抑制し、環境に優しい熱交換用水を提供することにある。また、本発明の他の目的は、簡易で、且つ既存の設備を利用できるコスト上昇を抑えた熱交換用水供給装置を提供することにある。更に、本発明の他の目的は、冷却水の流量による適温温度制御を行うことにより、冷却水の小流量化、低圧力化を実現し、占有面積及びポンプによる振動を低減し、且つコスト上昇を抑えた熱交換用水供給装置を提供することにある。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

かかる実情において、本発明者らは鋭意検討を行った結果、機械設備、空気、液体などの被熱交換体を冷却する熱交換器において、被熱交換体と熱交換を行う冷却水等の熱交換用水に標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極としてゼロ又は負の還元性水を使用すれば、熱交換用水の供給／循環配管又は熱交換器接液部の金属材料の酸化劣化を完全に防止し、且つ藻類や微生物の増殖を抑制し、環境負荷を低減できること、更に、この還元性水は水に水素ガス又は水素ガス以外の還元剤を添加して得られるため、簡易で、且つ既存の設備を利用できるコスト上昇を抑えた熱交換用水供給装置が得られること、また、冷却器に流れる冷却水の温度を所望の温度に制御する流量調節制御手段等を設ければ、最小の冷却水で被熱交換体と高効率に熱交換を行うことができ、均熱性のよい、且つコスト削減に寄与できる熱交換用水供給装置が得られることなどを見出し、本発明を完成するに至った。

【０００６】

すなわち、請求項１の発明（１）は、被熱交換体と熱交換用水との熱交換を行う熱交換器の熱交換用水であって、該熱交換用水は還元性水であり、該還元性水は、水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルであることを特徴とする熱交換用水を提供するものである。かかる構成を採ることにより、接液部の金属材料の酸化腐食を確実に防止することができると共に、還元性下で生息が困難な、生物膜を生じさせる好気性微生物や藻類の発生を極めて効果的に抑制することができる。また、接液部の金属材料の酸化腐食を確実に防止することができ、且つ所望の標準酸化還元電位を有する還元性水が容易に得られる。更に、従来では購入コストや保管スペースを要し、環境への影響が懸念される薬剤を使用することなく、簡易な方法で得られる還元性水で環境負荷を低減でき、使用材料の腐食及び生物膜の形成を抑制することが可能となる。

【０００９】

請求項２の発明（２）は、電子部品部材類製造装置の熱交換器の冷却に使用される冷却水である（１）記載の熱交換用水を提供するものである。かかる構成を採ることにより、接液部の金属材料の酸化腐食を確実に防止することができると共に、還元性下で生息が困難な、生物膜を生じさせる好気性微生物や藻類の発生を極めて効果的に抑制することができ、半導体製造設備の冷却系に要求される冷却効率の維持などを長期間に亘って保持でき、信頼性のある冷却系を構築できる。

【００１０】

請求項３の発明（３）は、被熱交換体と水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルである還元性水とで熱交換を行う熱交換器と、該熱交換器に前記還元性水を供給する還元性水供給手段と、前記還元性水を冷却する還元性水冷却手段と、前記熱交換器、前記還元性水供給手段及び前記還元性水冷却手段で循環系を形成するように連接する還元性水循環配管を有し、該還元性水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記（１）～（２）記載の発明が奏する効果を確実に実現すると共に、簡便な装置の設置でよいため、大掛かりな設備投資に伴うコスト上昇を抑制できる。

【００１１】

請求項４の発明（４）は、前記還元性水循環配管の途中、もしくは前記還元性水循環配管から一部を分岐し、再度当該還元性水循環配管に連接するバイパス配管の途中に前記還元性水を製造する還元性水製造手段を配置したものであり、且つ前記還元性水製造手段と前記バイパス配管を含めた還元性水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする前記（３）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記発明（３）と同様の効果を奏する他、更に循環系と位置的に離れた場所に小規模な還元性水製造装置を設置することができ、既存の熱交換用水供給設備の改造も容易で、簡便な工事で済む。

【００１２】

請求項５の発明（５）は、前記還元性水循環配管に連接する配管途中に前記還元性水を製造する還元性水製造手段を備える外部配管を有し、前記還元性水製造手段を備える外部配管を含めた還元性水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする前記（３）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記（４）記載の発明と同様の効果を奏する。

【００１３】

請求項６の発明（６）は、冷却水を供給する冷却水供給手段と、被熱交換体と水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルである冷却水とで熱交換を行う熱交換器と、該冷却水供給手段と前記熱交換器で循環系を形成するように連接する冷却水循環配管を有し、該冷却水循環配管に冷却水を取り込む冷却水供給口と、冷却水を排出する冷却水排出口と、前記冷却水供給口から前記冷却水循環配管に流れる冷却水の流量を調節するための流量調節バルブと、前記冷却水供給口から前記冷却水循環配管へ当該冷却水循環配管中を循環している冷却水の温度よりも温度が低い冷却水を供給し、前記冷却水排出口から流出した冷却水が冷却手段にて冷却された後に再び前記冷却水供給口から流入するように構成された冷却水供給システムを備え、前記冷却水循環配管中を流れる前記冷却水の温度を所望の温度に制御する目的で前記流量調節バルブを通過する前記冷却水の流量を制御する制御手段を備えたことを特徴とする熱交換用水供給装置を提供するものである。前記流量調節バルブは、開閉制御機構付きバルブ、バルブ開閉を連続的に変化させる駆動装置、負荷に備え付けられた温度センサーからの温度情報を上記バルブに帰還させ、駆動装置を司る制御回路からなる。かかる構成を採ることにより、前記被熱交換体の熱負荷に合わせて冷却水流量を制御することで、最小の冷却水で前記被熱交換体が有する前記熱交換器と高効率に熱交換を行うことができ、均熱性のよい、コスト削減に寄与する冷却水システムが実現できる。

【００１４】

請求項７の発明（７）は、更に、前記冷却水循環配管に冷却水タンクを設けたことを特徴とする前記（６）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記（６）記載の発明と同様の効果を奏する。

【００１５】

請求項８の発明（８）は、前記冷却水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とす

る前記（６）又は（７）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、（１）又は（７）記載の発明と同様の効果を奏する。

【００１６】

請求項９の発明（９）は、還元性水を製造する還元性水製造手段を前記冷却供給システムに直列、並列又は系外に設置し、前記還元性水製造手段を含めた冷却水の循環系が実質的に密閉系であることを特徴とする前記（６）～（８）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記（８）記載の発明と同様の効果を奏する。

【００１７】

請求項１０の発明（１０）は、前記冷却水排出口から前記冷却水循環配管へ冷却水が逆流しないように、前記冷却水排出口に逆止弁を備えたことを特徴とする前記（６）～（９）に記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、熱交換器と熱交換した冷却水の流入を防止し、冷却水タンクの水温を冷却水供給温度の状態に維持することができる。

【００１８】

請求項１１の発明（１１）は、前記還元性水循環配管又は前記冷却水循環配管周囲に断熱材を備えたことを特徴とする前記（３）～（１０）に記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記還元性水循環配管及び前記冷却水循環配管内を流れる還元性水及び冷却水の温度を一定に保つことができると共に、結露を防止できる。更に前記被熱交換体が有する熱交換器と高効率に熱交換を行うことができる。

【００１９】

請求項１２の発明（１２）は、更に、前記循環系の循環水の一部又は全部を該循環系外に排出する排出配管及び／又は循環水調整用の補給水を補給する補給配管を有することを特徴とする前記（３）～（１１）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記（３）～（１１）記載の発明と同様の効果を奏する他、循環水の水質劣化などに伴い、循環水の一部又は全部の入替えが可能となる。

【００２０】

請求項１３の発明（１３）は、更に、還元性水製造手段で製造された還元性水の標準酸化還元電位を測定する標準酸化還元電位測定手段及び／又は溶存水素濃度を測定する溶存水素測定手段を有し、その検知結果に基づいて還元性水の水質を制御する（４）又は（５）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記発明と同様の効果を奏する他、その検知結果に基づいて、例えば水素溶解量を制御するため、冷却水の還元性や水素濃度が監視可能であり、且つ所定の状態に保持することが容易となる。また、必要なだけの水素ガス添加によって、無駄な水素ガスの使用を防ぐこともできる。

【００２１】

請求項１４の発明（１４）は、前記還元性冷却手段で循環水を熱交換する媒体が、水に水素ガスを溶解した水素溶解水であり、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下で、且つ溶存酸素濃度が３mg／リットル以下であり、更に溶存水素濃度が０．１～１．５mg／リットルである還元性水である（３）～（５）記載の熱交換用水供給装置を提供するものである。かかる構成を採ることにより、前記発明と同様の効果を奏する他、循環系の２次熱交換用水のみではなく、２次熱交換水の熱を熱交換するための１次冷却系統を含めて生菌抑制及び腐食防止を行うことができる。

【００２２】

【発明の実施の形態】

本発明において、機械設備、空気、液体等の被熱交換体と熱交換用水又は冷却水との熱交換を行う熱交換器としては、各種工場及び研究所設備における機械設備、空気、液体等の被熱交換体の冷却が目的の冷却器や被熱交換体の加熱を目的とする加温器が挙げられるが、特に、半導体、液晶表示装置などの電子部品部材類製造装置の冷却器が好適である。

【００２３】

熱交換用水としては、標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極としてゼロ又は負の還元性水であれば、特に制限されず、水素を溶解した水素溶解水及び亜硫酸ナトリウム又は亜硫酸水素ナトリウムなどの水素ガス以外の還元剤を微量溶解した水等が挙げられ、このうち、水素溶解水が少量の水素ガスを水に溶解させることで標準酸化還元電位の制御を容易に行うことができ、且つ水素ガス以外の還元剤に比べ環境負荷が低いなどの点で好ましい。また、水素ガス又は水素ガス以外の還元剤を溶解する水としては、水道水、河川水、工業用水及びこれらの水から粒子成分及び次亜塩素酸又は次亜塩素酸ナトリウム等の酸化剤を除去した濾過水及びこれらの水からイオン及び非イオン性物質を除去する純水製造装置により処理された純水が挙げられる。特に電子部品部材類製造装置の熱交換用水として用いる場合は、系内の汚染を極めて嫌うことから、純水であることが望ましい。また、水素ガス又は水素ガス以外の還元剤を溶解する水は、脱気水が好ましい。脱気方法としては、公知の方法が使用できる。還元性水の好ましい標準酸化還元電位は標準水素電極を基準として－０．３Ｖ以下である。これは還元性水中の溶存酸素濃度に関係なく適当量の水素ガスを水に溶解させることで所望の標準酸化還元電位を容易に制御できることによる。

【００２４】

水素溶解水は、ボンベ詰め水素ガス又は水の電気分解による水素ガスを水に溶解させて得られる。具体的には、水に２５℃、１気圧下での溶存水素濃度が０．１mg／リットル以上、特に０．２～１．５mg／リットルとなるなるように水素ガスを溶解させる。また、水素ガスを溶解させる水は、予め、公知の脱ガス装置によって溶存酸素濃度を３mg／リットル以下、好ましくは０．１mg／リットル以下となるように除去しておくことが好ましい。なお、水中の溶存水素濃度測定方法及び溶存酸素濃度測定方法としては特に制限されず、例えば、純水中の溶存水素濃度及び溶存酸素濃度は隔膜式電極で測定することが好ましい。図４に溶存酸素ガス濃度をパラメータとした水素ガス濃度と標準酸化還元電位の関係を示すが、溶存酸素濃度が３mg／リットルの場合、溶存水素濃度が約０．２mg／リットルより少なすぎると、水の酸化還元電位を確実に負の値とすることができなくなる場合がある。

【００２５】

水に水素ガスを溶解させる方法としては、特に制限されず、水にガス透過膜を介して水素ガスを注入して溶解させる方法、配管内に直接水素ガスをバブリングして溶解させる方法、水素注入後にスタティクミキサーなどの分散手段を設けて溶解させる方法、ガス溶解槽に超純水を供給するポンプの上流側に水素ガスを供給し、ポンプ内の攪拌によって溶解させる方法などの水素ガスを外部より導入して溶解させる方法；超純水を電気分解して陰極側から水素ガスを溶解した還元性水を得る方法などが挙げられる。

【００２６】

次に、本発明の第１の実施の形態における熱交換用水供給装置を図１を参照して説明する。図１は本実施の形態例を示すフロー図である。熱交換用水供給装置１０ａは、循環ポンプ（還元性水供給手段）１と、還元性水（循環水）用クーラー（還元性水冷却手段）２と、脱気器９と、還元性水製造装置（還元性水製造手段）３と、被熱交換体７１を冷却する冷却器７とを有し、これらは配管４にて連接され実質的に密閉された循環系を形成している。この「実質的に密閉系」とは、本供給装置の効率的な運転を妨げない程度のリークを許容する意味である。また、循環系に系外より前処理装置６１で処理した補給水を補給する補給配管８１が循環ポンプ１の入口側に連接され、循環系から循環水の一部又は全部を系外に排出する排出配管８２が補給配管８１の上流の循環系の一部に連接されている。

【００２７】

前処理装置６１は補給水の種類により処理方法が異なるが、特に制限されず、例えば活性炭、凝集、膜処理、イオン交換処理、脱気処理などの単体装置及び単体装置を組み合わせて処理することによって対象とする濾過水及び純水などの補給水を得ることができる。また、還元性水用クーラー２は冷却器７から排出される３０～４０℃の熱交換用水を１０℃程度に冷却できるものであれば、その方法に制限はなく、例えば熱交換器、クーリングタワー、チラーなどの単体装置及び単体装置を組み合わせて処理することによって対象とする１０℃程度の熱交換用水を得ることができる。なお、還元性水用クーラー２の冷媒は例

えば水又は空気であり、被熱交換体７１は例えば半導体製造装置の発熱部である。還元性水製造装置３は水素ガス溶解槽３２と水素ガス発生器３１とから構成され、還元性水製造装置３と冷却器７を結合する配管途中に、酸化還元電位計５、溶存水素濃度計６を設け、還元性水の酸化還元電位及び溶存水素濃度を常時監視し、水素ガス溶解槽３２において水に溶解させる水素ガス量を制御するように構成されている。
酸化還元電位計５及び溶存水素濃度計６の設置位置は、上記位置に限定されず、熱交換器の後でも可能であるが、本実施の形態例のような冷却器７の手前が好ましい。

【００２８】

この熱交換用水供給装置１０ａを起動する前に、予め、配管４で連接される循環系内を殺菌剤で系内殺菌を行うことが好ましい。殺菌方法として、公知の方法で行えばよい。次いで系外から前処理装置６１で処理した水を補給配管８１を通して水を循環系内に供給する一方、殺菌水を排出配管８２より系外へ排出して系内を水で置換する。次に、脱気器９、還元性水製造装置３、標準酸化還元電位計５、溶存水素濃度計６をオン状態として、系内の循環水を溶存酸素濃度が３mg/ リットル以下、溶存水素濃度が０．１mg／リットル以上で標準酸化還元電位が標準水素電極を基準電極として－０．３Ｖ以下となるような還元性水とし、且つこれを維持するように制御する。また、冷却器７においては被熱交換体７１を冷却する一方、冷却器７において被熱交換体７１から熱を受けた還元性水を水もしくは空気のような冷媒２１を通水した還元性水用クーラー２に通して冷やす。長期間の循環使用において、還元性水の水質劣化などが生ずれば、循環使用されている還元性水の一部又は全部を排出配管８２から系外に排出し、その分を補給する前処理装置６１で処理した補給水を系外から補給管８１を通して補給する。本実施の形態例によれば、接液部の金属材料の酸化腐食を確実に防止することができると共に、還元性下で生息が困難な、生物膜を生じさせる好気性微生物や藻類の発生を極めて効果的に抑制することができる。また、簡便な装置の設置でよいため、大掛かりな設備投資に伴うコスト上昇を抑制できる。

【００２９】

次に、本発明の第２の実施の形態における熱交換用水供給装置を図２を参照して説明する。図２は本実施の形態例を示すフロー図である。図２中、図１と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、本実施の形態例において、図１と異なる点は、循環配管４の還元性水用クーラー２と酸化還元電位計５間の配管４２から分岐して更に循環配管４２に戻すように連接され実質的に密閉されたバイパス配管４１を設け、この配管４１中に、脱気器９及び還元性水製造装置３を設けた点である。従って、例えば、従前より循環使用されていた循環水を図では省略するバルブ操作によりバイパス配管４１を通して循環させるようにし、脱気器９及び還元性水製造装置３２をオンすれば、還元性水を冷却器７の冷却水として循環供給できる。バルブ操作は、定期的に開閉を行ってもよく、標準酸化還元電位計５又は溶存水素濃度計６の測定値によって制御してもよい。また、循環水の一部を常時分流してバイパス配管４１を通して循環させるようにすることもできる。本実施の形態例の熱交換用水供給装置１０ｂによれば、第１の実施の形態例と同様の効果を奏する他、循環系と位置的に離れた場所で小規模な還元性水製造装置を設置することができ、既存の冷却水供給設備を利用することができる。また、既存設備の改造も容易で、簡便な工事で済む。

【００３０】

次に、本発明の第３の実施の形態における熱交換用水供給装置を図３を参照して説明する。図３は本実施の形態例を示すフロー図である。図３中、図１と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点についてのみ説明する。すなわち、本実施の形態例において、図１と異なる点は、脱気器及び還元性水製造装置の設置箇所を、循環配管４の配管途中ではなく、循環配管４に連接される外部配管４３の途中に設置した点及び補給水を処理する前処理装置６１を脱気器９の前段に設け、前処理装置６１と脱気器９を補給配管８１で連接した点である。従って、例えば、従来循環使用されていた循環水に外部配管４３を通して、還元性水を補給する。このため、当初は溶存水素濃度の高い還元性水を供給することとなるが、標準酸化還元電位計５及び溶存水素濃度計６により、還元性水の

標準酸化還元電位及び溶存水素濃度を常時監視しているから、徐々に水素溶解量の少ない還元性水を供給することとなり以後、所望の還元性水が安定して循環されるようになる。

【００３１】

次に、本発明の第４の実施の形態における熱交換用水供給装置を図５を参照して説明する。図５は本実施の形態例を示すフロー図である。図５中、図１と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点について主に説明する。すなわち、本実施の形態例の熱交換用水供給装置１０ｄにおいて、図１と異なる点は、図１の熱交換用水供給装置１０ａの循環配管４から冷却器７を除去して形成される循環系を第２の系Ａとし、別途、冷却器７と、冷却器７に還元性水を供給するポンプ（第１還元性水供給手段）６４と、冷却器７とポンプ６４を循環系を形成するように連接する循環配管（第１還元性水循環配管）６７とを有する第１の系Ｂを形成し、第２の系Ａと第１の系Ｂは還元性水供給側配管７０及び還元性水排出側配管６６でそれぞれ連接した点及び還元性水供給側配管７０の途中に流量調節バルブ６３を設け、第１の系Ｂに流入する還元性水の流量を流量調節バルブ６３で制御して、冷却器７（被冷却体７１）又は冷却器７に通水される還元性水の温度を所望の温度に制御した点にある。ここで、第２の系Ａは循環配管４から冷却器７を除去した以外は図１と同様であり、第１の系Ｂに還元性水を供給する循環ポンプ（第２還元性水供給手段）１と、冷却器７から排出された還元性水を冷却する還元性水用クーラ（還元性水冷却手段）２と、還元性水製造手段３と、循環ポンプ１、還元性水用クーラー２及び還元性水製造手段３を循環系を形成するように連接する循環配管４（第２還元性水循環配管）とで形成されている。この熱交換用水供給装置１０ｄにおいて、第２の系Ａを循環する還元性水の温度は、第１の系Ｂを循環する還元性水の温度よりも低い。なお、符号７４は逆止弁である。図５において、先ず、第２の系Ａ内の還元性水用クーラー２で１０℃程度に冷却された還元性水は、循環配管４、冷却水供給口６２から還元性水供給側配管７０及びポンプ６４を通って第１の系Ｂ内の冷却器７に供給される。

冷却器７は、例えばマイクロ波発振器やドライポンプなどが有する冷却が必要な負荷部品などである。冷却器７中を流れる還元性水温度を温度センサー６５にて常時モニタする。冷却器７から出た還元性水の一部は循環配管６７及び還元性水排出側配管６６を通り、冷却水排出口６８から第２の系Ａ内の循環配管４に入る。温度センサー６５でモニタした温度が許容設定温度以上になると、その温度信号を電気信号に変換し、制御回路、駆動回路等を介して、流量調節バルブ６３の開度を大きくするようにする。弁の開度が大きくなることにより、循環ラインに流れ込む還元性水量が大きくなり、その結果、冷却器７中を流れる還元性水の温度が下がる。被冷却体７１の温度が許容設定温度以下になると、流量調節バルブ６３の開度を小さくし、還元性水量を制限する。この結果、被冷却体７１を冷却するために使用する還元性水量を常に最小の値とすることができる。また、装置によっては常に動作しているとは限らず、アイドリング状態で負荷が掛かっていない状態もある。そのような場合においても、本実施の形態例によれば、アイドリング状態のときには還元性水を殆ど流さないので、還元性水が無駄になることはない。

【００３２】

次に、本発明の第５の実施の形態における熱交換用水供給装置を図６を参照して説明する。図６は本実施の形態例を示すフロー図である。図６中、図５と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点について主に説明する。すなわち、本実施の形態例の熱交換用水供給装置１０ｅにおいて、図５と異なる点は、図５の熱交換用水供給装置１０ｄの第１の系Ｂ内に設置されている冷却器７を、複数台（４台）使用し、これを直列・並列に接続した点及び温度センサ６５の設置位置を冷却器７の手前の配管として該配管内を流れる還元性水の温度をモニターするようにした点にある。本実施の形態例では、熱負荷が増大するので、流量調節バルブ６３は大流量まで可変可能なタイプを用いることが必要である。本実施の形態例の熱交換用水供給装置１０ｅによれば、最小の冷却水で均熱性のよい冷却システムが実現できる。

【００３３】

次に、本発明の第６の実施の形態における熱交換用水供給装置を図７を参照して説明する

。図７は本実施の形態例を示すフロー図である。図７中、図５と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点について主に説明する。すなわち、本実施の形態例の熱交換用水供給装置１０ｆにおいて、図５と異なる点は、図５の熱交換用水供給装置１０ｄの第１の系Ｂの循環配管６７の途中に冷却された還元性水を蓄える密閉系のバッファータンク（冷却水タンク）６９を設けた点及び冷却水排出側配管６６に逆止弁５０を設けた点にある。すなわち、熱交換用水供給装置１０ｆは被冷却体７１を急速冷却する必要がある場合に適する。すなわち、装置の使用していないアイドリング状態のときは流量調節バルブ６３はほとんど閉められた状態で、バッファータンク６９に多量の還元性水を予め溜めておく。装置を使用する際、ポンプ６４を作動させ、バッファータンク６９内の還元性水を急速に循環させる。冷却された還元性水は冷却器７を通り、一部は逆止弁５０及び冷却水排出側配管６６を通って還元性水排出口６８から第２の系の循環配管４に流れ、残りは循環配管６７へと流れる。その際、温度センサ６５にて冷却器７を流れる還元性水温度をモニタしている。装置が稼働するに従って還元性水の温度が上昇し、設定許容温度を超えた場合には、その温度シグナルを帰還させ、流量調節バルブ６３を開けて新たな還元性水を導入する。予め、還元性水を多量に溜めてあるため、半導体製造プロセスにおける急速熱処理炉のように急速冷却が必要な場合にも適用可能である。装置運転が終了した後、流量調節バルブ６３を全開にした状態でポンプ６４を作動させ、次の装置運転に備えて、バッファータンク６９に新たに冷却された還元性水を溜める。また、冷却された還元性水をバッファータンク６９に溜めている状況のときは、高温側からの還元性水流入を阻止するために逆止弁５０を付けることにより、バッファータンク６９内の水温を流入時の状態に保持できるようにしている。

【００３４】

上記の第４、第５及び第６の実施の形態例において、第２の系Ａは上記の例に限定されず、例えば図２に示す熱交換用水供給装置１０ｂにおいて、冷却器７が除去された循環系や図３に示す熱交換用水供給装置１０ｃにおいて、冷却器７が除去された循環系であってもよい。

【００３５】

次に、本発明の第７の実施の形態における熱交換体冷却装置を図８を参照して説明する。図８は本実施の形態例を示すフロー図である。図８中、図５と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点について主に説明する。すなわち、本実施の形態例の熱交換体冷却装置１０ｇにおいて、図５と異なる点は、図５の熱交換用水供給装置１０ｄの第２の系Ａを第１の系Ｂに冷却水を供給できるもの（冷却水供給システム）であれば、特に制限されないものとした点である。すなわち、本実施の形態例において、冷却水供給システムは実質的に密閉系であっても、密閉系でなくともよい。また、ここでの冷却水としては、特に制限されず、水道水、河川水、工業用水及びこれらの水から粒子成分及び次亜塩素酸又は次亜塩素酸ナトリウム等の酸化剤を除去した濾過水及びこれらの水からイオン及び非イオン性物質を除去する純水製造装置により処理された純水、並びに上記の還元性水が挙げられる。還元性水としては、前記と同様のものが挙げられる。

【００３６】

図８において、冷却器７を流れる冷却水温度を温度センサ６５にて常時モニターする。図では省略する冷却水供給システムにおける冷却水用クーラーで１０℃程度に冷却された冷却水は、冷却水供給配管４ａを通り、冷却水供給口６２、流量調節バルブ６３、ポンプ６４を介して冷却器７まで導入される。冷却器７から出た冷却水の一部は冷却水循環配管６７に入り、残りは冷却水排出口６８から出て、冷却水排出配管６６ａに入る。温度センサ６５でモニタした温度が許容設定温度以上になると、その温度信号を電気信号に変換し、制御回路、駆動回路等を介して、流量調節バルブ６３の開度を大きくしようとする。バルブ開度が大きくなることにより、循環ラインに流れ込む冷却水量が大きくなり、その結果、冷却器７中を流れる冷却水の温度が下がる。被熱交換体の温度が、許容設定温度以下になると、流量調節バルブ６３の開度を小さくし、冷却水量を制限する。この結果、熱交換器７を冷却するのに冷却量を常に最小の値にすることができる。また、装置によっては常

に動作しているとは限らず、アイドリング状態で負荷が掛かっていない状態もある。そのような場合においても、本実施の形態例によれば、アイドリング状態のときには冷却水を殆ど流さないので、冷却水が無駄になることはない。なお、図８中、符号７３は断熱材である。

【００３７】

次に、本発明の第８の実施の形態における熱交換体冷却装置を図９を参照して説明する。図９は本実施の形態例を示すフロー図である。図９中、図６と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点について主に説明する。すなわち、本実施の形態例の熱交換体冷却装置１０ｈにおいて、図６と異なる点は、図６の熱交換用水供給装置１０ｅの第２の系Ａを第１の系Ｂに冷却水を供給できるもの（冷却水供給システム）であれば、特に制限されないものとした点である。すなわち、本実施の形態例において、冷却水供給システムは実質的に密閉系であっても、密閉系でなくともよく、また、冷却水の例示などは前記第７の実施の形態例と同様である。本実施の形態例の熱交換体冷却装置１０ｈによれば、最小の冷却水で均熱性のよい冷却システムが実現できる。

【００３８】

次に、本発明の第９の実施の形態における熱交換体冷却装置を図１０を参照して説明する。図１０は本実施の形態例を示すフロー図である。図１０中、図７と同一構成要素には同一符号を付してその説明を省略し、異なる点について主に説明する。すなわち、本実施の形態例の熱交換用水供給装置１０ｉにおいて、図７と異なる点は、図７の熱交換用水供給装置１０ｆの第２の系Ａを第１の系Ｂに冷却水を供給できるもの（冷却水供給システム）であれば、特に制限されないものとした点である。すなわち、本実施の形態例において、冷却水供給システムは実質的に密閉系であっても、密閉系でなくともよく、また、冷却水の例示などは前記第７の実施の形態例と同様である。本実施の形態例は第６の実施の形態例と同様の効果を奏する。

【００３９】

本発明において、還元性水供給手段及び冷却水供給手段としての循環ポンプは、通常使用される公知のものでよいが、循環ポンプのモーター部とインペラー部のシール部において、熱交換用水又は冷却水と大気とが接触しない構造のものが好適である。かかるシール部のシール構造は、不活性ガスをシール部に導入するものであってもよい。

【００４０】

【実施例】

次に、実施例を挙げて本発明を更に具体的に説明するが、これは単に例示であって、本発明を制限するものではない。

実施例１

図２に示すようなフローの熱交換用水供給装置（循環系は密閉系）を用い、下記装置仕様、運転条件及び表１に示す循環水水質のもので循環供給を行った。３０日間の連続運転経過後の結果を表１に示す。なお、循環水水質は、図２中のＣ点でのサンプリングを行い分析した結果である。

【００４１】

・冷却器の被熱交換体：半導体製造装置の発熱部
・配管材料：ステンレスブライトアニール管、３／８インチ径
・配管全長：１５０ｍ
・脱気器：ガス透過膜を用いた真空脱気
・水素ガス溶解法：ガス透過膜を用いた膜溶解
・循環流量：１０リットル／分、但し、循環水の全量を常時脱気器９と水素ガス溶解槽３２を通して循環、循環水の補給と排出は無し
・冷却器による冷却前の還元性水温度：１０℃
・冷却器による冷却後の還元性水温度：２３℃
・原水の金属濃度：０．２５μｇＦｅ／Ｌ
・原水の生菌数：２個／ｍＬ

・循環時間：３０日
・評価：３０日経過後の循環系配管内表面状態及び還元性水の水質分析
【００４２】
【表１】

循環水水質又は配管内表面状態	原水	参考例			実施例		比較例	
		1	2	3	1	2	1	2
脱気の有無	無し	無し	有り	有り	有り	有り	無し	有り
溶存酸素濃度(mgO/L)	8.2	8.0	5.0	3.0	3.0	0.05	8.4	0.05
水素溶解の有無	無し	有り	有り	有り	有り	有り	無し	無し
溶存水素濃度(mgH/L)	0	1.1	1.1	0.3	1.1	1.1	0	0
標準酸化還元電位 (mV vs. NHE)	+600	0	-100	0	-400	-400	+600	+480
金属濃度(μgFe/L)	-	3.6	3.2	3.5	0.26	0.26	213	119
生菌数(個/mL)	-	20	11	18	2	2	4256	835
配管内表面状態	-	△	△	△	○	○	×	×

【００４３】
注）表中、実施例及び比較例における上段欄は運転中の循環水の水質及び脱気、水素溶解の有無を示し、実施例及び比較例における下段欄は運転３０日後の結果を示す。なお、記号の意味は次の通りである。
○・・・配管内面にあれ無し
△・・・配管内面にややあれ有り
×・・・配管内面にあれ有り
【００４４】
参考例
図８に示すようなフローの熱交換体冷却装置１０ｇを用い、所定の期間に使用（消費）する冷却水の量を計測すると共に、冷却器７の冷却水供給側平均温度（T_1）と排出側平均温度（T_2）を測定した。また、比較のため、熱交換用水供給装置１０ｇにおいて、温度センサを省略した従来の熱交換用水供給装置を用い同様の条件で運転を行い、同様の期間に使用（消費）する冷却水の量を計測すると共に、冷却器７の冷却水供給側平均温度（T_3）と排出側平均温度（T_4）を測定した。その結果、従来例の熱交換体冷却装置の還元性水使用量１００に対して、図８に示すようなフローの熱交換体冷却装置１０ｇの還元性水使用量は相対値で３６であり、冷却水の使用量は６０％以上低減されていることが判った。また、（$T_4 - T_3$）は約８．０℃であるのに対して、（$T_2 - T_1$）は約０．２℃であり、温度差は殆どないことが判った。このことから、図８に示すようなフローの熱交換体冷却装置１０ｇは、冷却器の供給側及び排出側とで冷却水の温度を均一にすることが可能で、より精密な温度制御が必要な場合に好適である。
【００４５】
【発明の効果】
請求項１の発明によれば、接液部の金属材料の酸化腐食を確実に防止することができると共に、還元性下で生息が困難な、生物膜を生じさせる好気性微生物や藻類の発生を極めて効果的に抑制することができる。請求項２の発明によれば、還元性水として水素溶解水を使用する場合、所望の標準酸化還元電位を有する還元性水が得られ、確実に接液部の金属

材料の酸化腐食を防止することができる。
更に、半導体製造設備の冷却系に要求される冷却効率の維持などを長期間に亘って安定して保持でき、信頼性のある冷却系を構築できる。請求項３の発明によれば、所望の標準酸化還元電位を有する還元性水が得られ、還元性水とする水中に溶存する酸化性物質である溶存酸素を低減できるため、接液部の金属材料の酸化腐食を確実に防止することができる。請求項４の発明によれば、従来では購入コストや保管スペースを要し、環境への影響が懸念される薬剤を使用することなく、簡便な方法で得られる還元性水で、環境負荷を低減でき配管材料の腐食及び生物膜抑制が可能となる。請求項５～７の発明によれば、前記発明が奏する効果を確実に実現すると共に、簡便な装置の設置でよいため、大掛かりな設備投資に伴うコスト上昇を抑制でき、長期間に亘って冷却効率を安定なものとすることができる。更に、循環系と位置的に離れた場所で小規模な還元性水製造装置を設置することができ、既存の冷却水供給設備の改造も容易で、簡便な工事で済む。請求項８～１２の発明によれば、熱負荷が個々の装置で変動しても、個別に温度制御に基づく熱交換水流量制御を行うことにより、冷却水コストの削減に寄与できる。また、冷却水を循環することにより、熱負荷内部の均熱性にも寄与できる。請求項１３の発明によれば、循環系の熱交換用水及び冷却水の温度を一定に保ことが可能となる。請求項１４の発明によれば、循環水の水質劣化などに伴う、一部又は全部の入替えが可能となる。請求項１５の発明によれば、その検知結果に基づいて、例えば水素溶解量を制御するため、冷却水の還元性や水素濃度が監視可能であり、且つ所定の状態に保持することが容易となる。また、必要なだけの水素ガス添加によって、無駄な水素ガスの使用を防ぐこともできる。請求項１６の発明によれば、循環系の２次熱交換用水のみではなく、２次熱交換水の熱を熱交換するための１次冷却水系統も含めて生菌抑制及び腐食防止を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

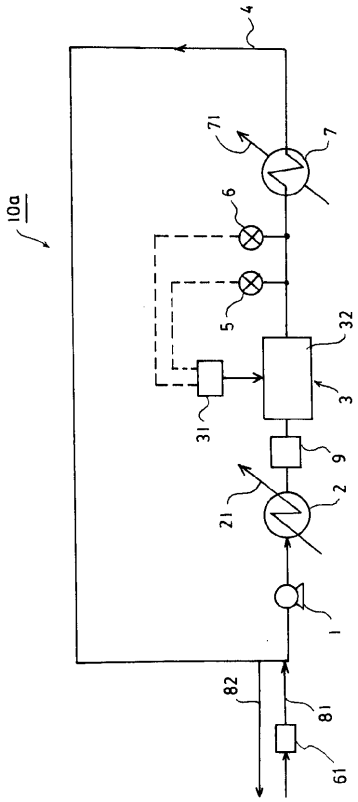
【図１】本発明の第１の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図２】本発明の第２の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図３】本発明の第３の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図４】溶存水素濃度と標準酸化還元電位の関係を示す図である。
【図５】本発明の第４の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図６】本発明の第５の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図７】本発明の第６の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図８】本発明の第７の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図９】本発明の第８の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図１０】本発明の第９の実施の形態における熱交換用水供給装置のフロー図である。
【図１１】従来の熱交換用水供給装置のフロー図である。

【符号の説明】

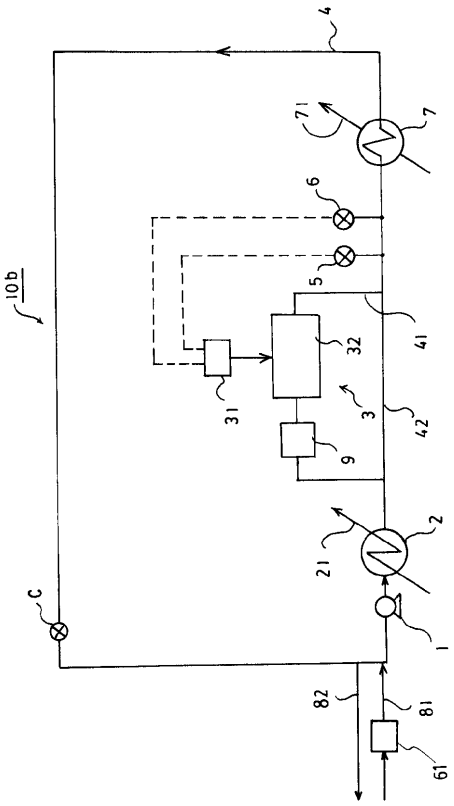
１、５１　　循環ポンプ（還元性水供給手段）
２、５２　　クーラー（還元性水用クーラー）（還元性水冷却手段）
３　　還元性水製造装置（還元性水製造手段）
４、５４、６７　循環配管
４ａ　　冷却水供給側配管
５　　標準酸化還元電位計
６　　溶存水素濃度計
７、５７　　熱交換器（冷却器）
９　　脱気器
１０ａ～１０ｆ　熱交換用水供給装置
２１、５２１　　冷却用水
３１　　水素ガス発生器
３２　　水素ガス溶解槽
４１、４２、４３、５５、５６、８１、８２　　配管
５０、７４　　逆止弁

６１　　前処理装置
６２　　冷却水供給口
６３　　流量調節バルブ
６４　　ポンプ
６５　　温度センサ
６６　　還元性水排出側配管（冷却水排出側配管）
６８　　冷却水排出口
６９　　冷却された還元性水のバッファータンク（冷却タンク）
７０　　還元性水供給側配管（冷却水供給側配管）
７１、５７１　　被熱交換体
７３　　断熱材
Ａ　　第２の系
Ｂ　　第１の系
Ｃ　　サンプリング場所

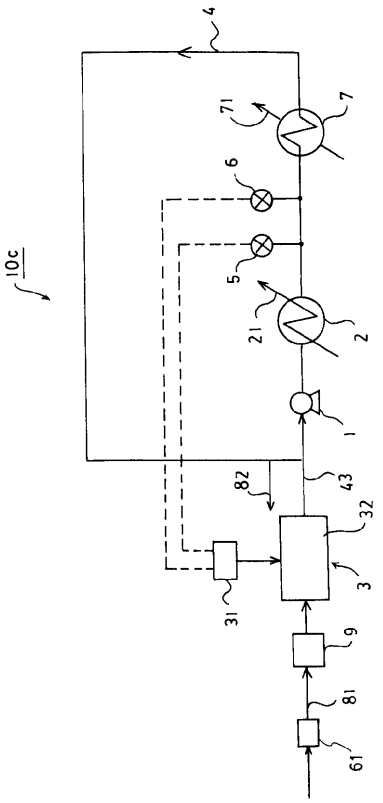
【図１】



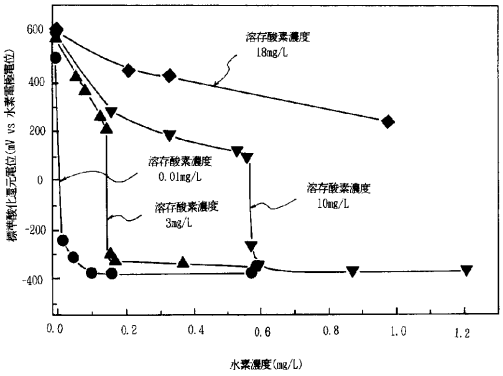
【図２】



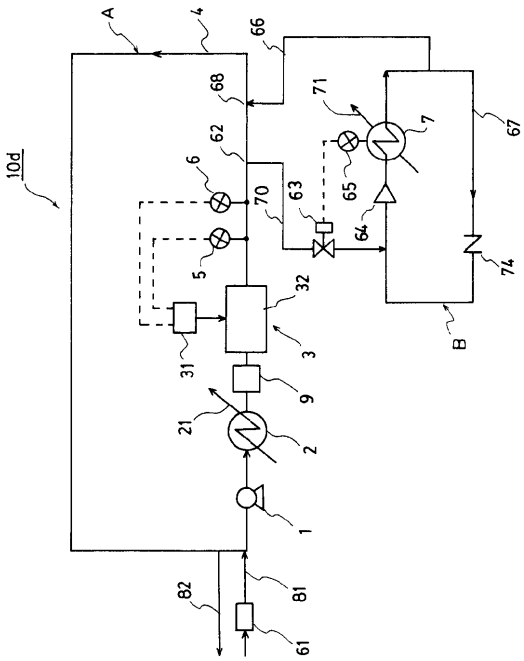
【図３】


10c
4
71
7
6
5
21
2
1
82
43
32
3
31
9
81
61

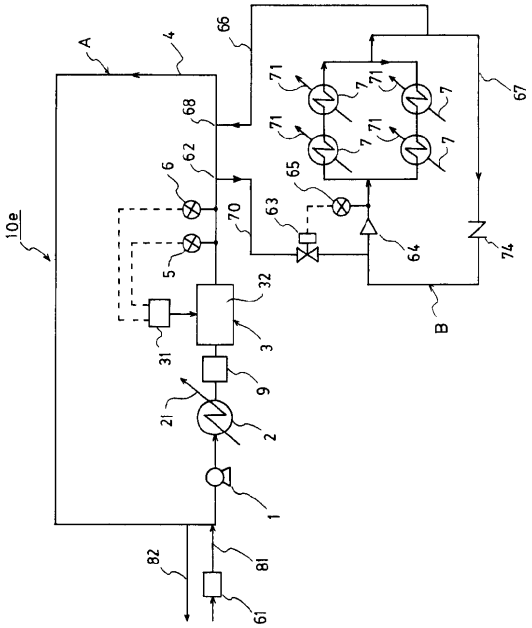
【図４】


溶存酸素濃度
18mg/L
溶存酸素濃度
0.01mg/L
溶存酸素濃度
3mg/L
溶存酸素濃度
10mg/L
600
400
200
0
-200
-400
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
水素濃度(mg/L)

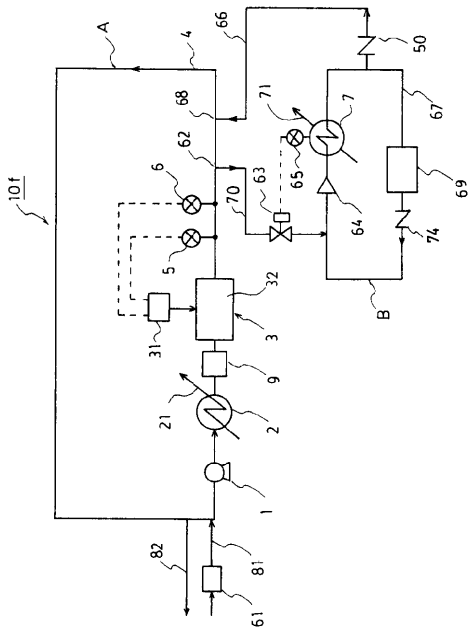
【図５】


10d
A
4
66
68
71
7
67
62
6
70
63
65
64
5
32
74
B
31
3
9
21
2
1
82
81
61

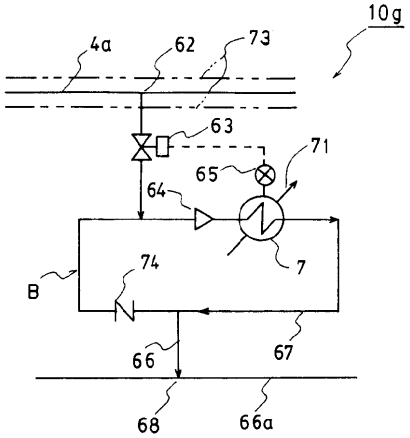
【図６】


10e
A
4
66
71
7
67
68
62
6
70
63
65
64
5
32
74
B
31
3
9
21
2
1
82
81
61

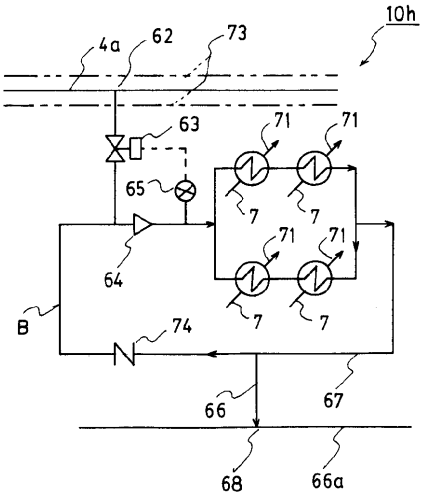
【図７】


10f
A
4
66
50
68
71
7
67
62
6
63
65
69
70
64
74
5
32
B
31
3
9
21
2
1
82
81
61

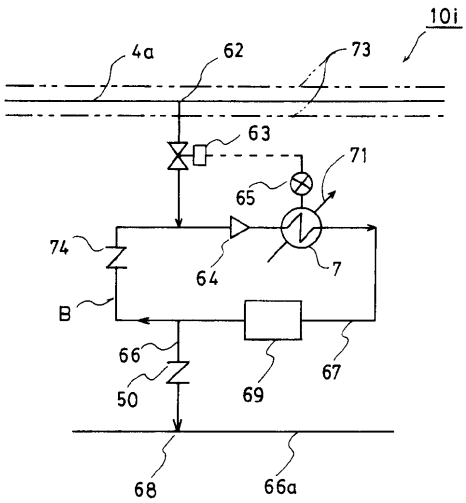
【図８】


10g
4a
62
73
63
71
65
64
7
74
B
66
67
68
66a

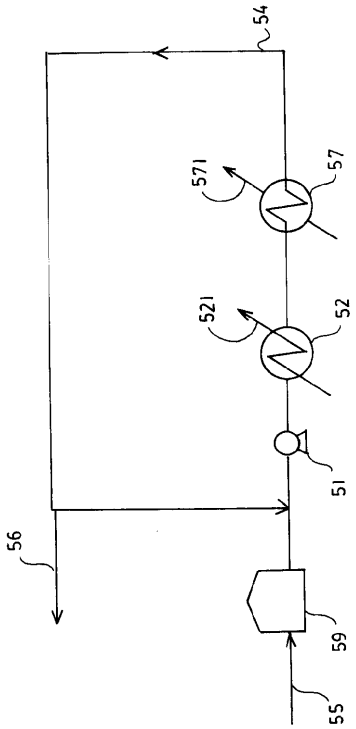
【図９】


10h
4a
62
73
63
71
71
65
7
7
64
71
71
B
7
7
74
66
67
68
66a

【図１０】


10i
4a
62
73
63
71
65
74
7
64
B
66
67
50
69
68
66a

【図１１】



フロントページの続き

(73)特許権者　000005452
株式会社日立プラントテクノロジー
東京都豊島区東池袋四丁目５番２号
(73)特許権者　000001317
株式会社熊谷組
福井県福井市中央２丁目６番８号
(73)特許権者　000206211
大成建設株式会社
東京都新宿区西新宿一丁目２５番１号
(73)特許権者　000169499
高砂熱学工業株式会社
東京都千代田区神田駿河台４丁目２番地５
(74)代理人　100098682
弁理士　赤塚　賢次
(74)代理人　100071663
弁理士　福田　保夫
(72)発明者　今岡　孝之
東京都江東区新砂１丁目２番８号　オルガノ株式会社内
(72)発明者　森田　博志
東京都新宿区西新宿三丁目４番７号　栗田工業株式会社内
(72)発明者　杉山　勇
神奈川県厚木市岡田２丁目９番８号　野村マイクロ・サイエンス株式会社内
(72)発明者　大見　忠弘
宮城県仙台市青葉区米ケ袋２の１の１７の３０１
(72)発明者　平山　昌樹
宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉０５　東北大学大学院工学研究科電子工学専攻内

審査官　小石　真弓

(56)参考文献　特開平０８－１２２４９１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－１０５０９７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０３７９８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１０００８７（ＪＰ，Ａ）
特開平９－２７１７６８（ＪＰ，Ａ）
特開平８－９９０８６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
C09K　5/00-5/20
C02F　1/70-1/78