

明 細 書

発明の名称：

スケール除去装置及びこれを用いたスケール除去システム

技術分野

[0001] 本発明は、スケール除去装置及びこれを用いたスケール除去システムに関する。

背景技術

[0002] 電力消費の大きい冷蔵冷凍装置等を使用する建物においては、これら冷蔵冷凍装置等を冷却するために冷却塔（クーリングタワー）を用いる冷却システムが用いられている。この冷却システムは、例えば、建物の屋上等に冷却塔が設置され、建物内に張り巡らされた配管を介して水等の冷媒を供給し、この冷媒によって熱を吸収することで、建物内及びこの建物内の冷却対象物等を冷却することができる。

[0003] この冷却システムのエネルギー効率を上げるためには、冷媒の冷熱を冷却対象物質に効率的に熱交換する必要がある。一方で、冷媒として水を使用する場合、水中に含まれるカルシウムやマグネシウムなどが電氣的に集合することによってスケールとなり、冷却塔や配管内に付着し、熱交換を阻害することが知られている。

[0004] 例えば、下記特許文献1には、配管に静電整流器を設けることで、減衰波信号を供給し、冷却効率を上げるとともにスケールも除去しようとする技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第6906213号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上記特許文献1に記載の技術は、冷却システムの経路その

ものに対して静電整流器を設ける必要があるため、一度冷却システムを停止し、冷却システム全体を改修しなければならないといった課題がある。

[0007] また、上記特許文献 1 に記載の技術では、スケールの除去効率において未だ改善の余地がある。

[0008] そこで、本発明は上記課題に鑑み、大きなシステム改修の必要がなく、高いスケール除去効率を達成できるスケール除去装置及びこれを用いたスケール除去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] すなわち、上記課題を解決する本発明の一観点に係るスケール除去装置は、冷却塔に収容された冷却水を輸送するとともに、冷却塔に冷却水を戻す循環配管と、配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有する。

[0010] また、本観点において、限定されるわけでは無いが、水質活性器は、内部に水質活性化剤を充填する充填容器と、充填容器に冷却水を導入する導入配管と、充填容器に接続された冷却水を排出する排出配管と、を有することが好ましい。

[0011] また、本観点において、限定されるわけでは無いが、静電整流器は、減衰波信号を発生させる信号発生回路と、信号発生回路により発生する減衰波信号を冷却水に印加する電気配線と、を有することが好ましい。

[0012] また、本観点において、限定されるわけでは無いが、減衰波信号は、周波数 20 kHz 以上 60 kHz 以下で繰り返されるパルス状の減衰波信号であることが好ましい。

[0013] また、本発明の他の一観点に係るスケール除去システムは、冷却水を収容する冷却塔と、冷却塔に接続され施設内において循環する施設内配管と、冷却塔に設けられるスケール除去装置と、を有するスケール除去システムであって、スケール除去装置は、冷却塔に収容された冷却水を輸送するとともに、冷却塔に冷却水を戻す循環配管と、配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有する。

- [0014] また、本観点において、限定されるわけでは無いが、水質活性器は、内部に水質活性化剤を充填する充填容器と、充填容器に冷却水を導入する導入配管と、充填容器に接続された冷却水を排出する排出配管と、を有することが好ましい。
- [0015] また、本観点において、水質活性化剤は、帯状の樹脂と、前記樹脂に練り込まれた細粒状のセラミックスと、を有することが好ましい。
- [0016] また、本観点において、水質活性化剤は、モンモリロナイト及びストロマトライトの少なくともいずれかを粒状にして焼成した粒状のセラミックであることが好ましい。
- [0017] また、本観点において、限定されるわけでは無いが、静電整流器は、減衰波信号を発生させる信号発生回路と、信号発生回路により発生する減衰波信号を冷却水に印加する電気配線と、を有することが好ましい。
- [0018] また、本観点において、限定されるわけでは無いが、減衰波信号は、周波数20kHz以上60kHz以下で繰り返されるパルス状の減衰波信号であることが好ましい。
- [0019] また、本発明の他の一観点に係るスケール除去装置は、循環配管と、循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有する。
- [0020] また、本発明の他の一観点に係るスケール除去システムは、施設内において循環する施設内配管と、施設内配管に設けられるスケール除去装置と、を有するスケール除去システムであって、スケール除去装置は、水を輸送するとともに、施設内配管に水を戻す循環配管と、循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有する。

発明の効果

- [0021] 以上、本発明によって、大きなシステム改修の必要がなく、高いスケール除去効率を達成できるスケール除去装置及びこれを用いたスケール除去システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]実施形態に係るスケール除去システムの機能ブロック図である。
- [図2]帯電した水分子のイメージ図である。
- [図3]実施形態に係る水質活性化剤の一例の概略を示す図である。
- [図4]実施形態に係る水質活性化剤の他の例の概略を示す図である。
- [図5]実施形態に係る水質活性器の断面の概略を示す図である。
- [図6]実施形態に係る静電整流器の概略を示す図である。
- [図7]実施形態に係る静電整流器が発するパルス状減衰波信号の波形の一例を示す図である。
- [図8]実施形態に係る静電整流器の信号発生回路の機能ブロックを示す図である。
- [図9]実施形態に係る静電整流器の信号発生回路の等価回路を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- [0023] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。ただし、本発明は多くの異なる形態による実施が可能であり、以下に示す実施形態、実施例に記載の具体的な例示にのみ限定されるわけではない。
- [0024] 図1は、本実施形態に係る冷却システム（以下「本システム」という。）Sの概略を示す図である。本図で示すように、本システムSは、冷却水を収容する冷却塔C Tと、冷却塔C Tに接続され施設内において循環する施設内配管Pと、冷却塔C Tに設けられるスケール除去装置1と、を有するものであって、スケール除去装置1は、冷却塔C Tに収容された冷却水を輸送するとともに、冷却塔C Tに冷却水を戻す循環配管2と、配管の経路内に配置されるポンプ3、水質活性器4、及び、静電整流器5と、を有する。
- [0025] 本システムSにおける冷却塔C Tは、本システムSにおいて用いられる冷却水を冷却するためのものである。冷却水を外気（空気）と接触させ、外気から熱を奪い、一部の冷却水が蒸発することによって、外気、及び残りの冷却水が冷却される。具体的な構成としては、限定されるわけでは無いが、冷却塔C Tは、冷却水を蒸発させて熱交換を行わせるための熱交換器と、蒸発しなかった冷却水を受ける下部水槽と、換気を行うためのファンと、これら

熱交換器、冷却パン及びファンを収容する筐体と、を少なくとも有して構成されていることが好ましい。なお、筐体の下部が、下部水槽としての機能を備えている構成としてもよい。

[0026] そして、上記のように冷却された冷却水は、冷却塔ＣＴより具体的には冷却塔ＣＴの下部水槽に接続され施設内に張り巡らされている施設内配管Ｐを介して施設内を巡回し、冷却対象となる装置や設備（以下「冷却対象装置等」ともいう。）と熱交換を行い、これら冷却対象装置等を冷却することとなる。なお、施設内配管Ｐは、熱交換を行う際、熱交換を行いやすくする観点から熱伝導性の高い素材で構成されていることが好ましく、例えば金属であることが好ましい。また、この施設内配管Ｐは施設内を巡回した後、再び冷却塔ＣＴに戻るよう構成されている。

[0027] ここで、「冷却水」とは、上記の記載から明らかであるが、施設内の冷却対象装置等を冷却するために用いられる水であって、施設内配管Ｐによって施設内に送られ、各冷却対象装置等と熱交換する媒体として用いられる。また冷却水は、水道配管等の外部水供給源に開閉可能な弁Ｖを介して接続されており、冷却水が蒸発することにより減少、又は、冷却水内の溶解物の濃度が一定以上となり系外に排出され減少した場合に適宜冷却水を供給することが可能となっていることが多い。またこの記載からも明らかなように、冷却水にはマグネシウムイオンやカルシウムイオン等の不可避の溶解物が含まれており、これが冷却水の蒸発等の種々の要因によって析出し、配管内等において析出し配管内壁に付着することでスケールとなる。このスケールは一般に熱伝導性が低く、冷却水と冷却対象となる冷却対象装置等の間に介在することでその冷却効率を著しく低下させる。

[0028] そこで、本システムＳでは、上記の通り、スケール除去装置１を設けており、これによりスケールを除去するとともに、スケールの析出を抑え、冷却システム全体の冷却効率を高い状態で維持することが可能となる。上記の記載から明らかなように、本システムＳのスケール除去装置１は、冷却塔ＣＴに設けられるものであり、冷却塔ＣＴに一時的に保持された冷却水、より具

体的には冷却塔C Tの下部水槽に収容された冷却水を吸引し、この冷却水内のスケールを除去しながらスケール析出を防止する効果を付与し、再び冷却塔C Tに冷却水を戻すことができるものである。

[0029] また、本システムSのスケール除去装置1は、上記の通り、循環配管2を有している。循環配管2は、一方の開口（吸引口）が冷却塔C Tに収容された冷却水に浸されており、冷却水を輸送する一方、ポンプ3、水質活性器4、静電整流器5を経由した後、他方の開口（排出口）から冷却塔C Tに冷却水を戻す、いわゆる独立循環経路を形成する。

[0030] また、本スケール除去装置1における循環配管2の材質は、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけではなく、例えば、金属、樹脂等を用いることができ、特に材質が限定されるわけでは無いが、静電整流器5による信号の付与部分については少なくとも金属等の導電性材料で構成されていることが好ましい。

[0031] また、本システムSのスケール除去装置1は、上記の通り、循環配管2の経路内（途中）においてポンプ3を有している。ポンプ3は、循環配管2の経路内であれば特に限定されない。循環配管2内のいずれかに設置されていればよく、水質活性器4の直後、静電整流器5の直後でも配置場所は限定されない。なお、本システムSのポンプ3の種類としては、上記の機能を有する限りにおいて限定されず、容積式ポンプであっても非容積式ポンプであってもよい。容積式ポンプの場合はピストンポンプ、プランジャーポンプ、ダイヤフラムポンプ等の往復振動型のポンプや、ギアポンプ、スクリーump等の回転ポンプであってもよく、非容積式のポンプの場合は、渦巻きポンプやタービンポンプ等の遠心ポンプ、軸流ポンプや斜流ポンプ等のプロペラポンプ、カスケードポンプ等の粘性ポンプ等を例示することができる。

[0032] また、本システムSのスケール除去装置1は、上記の通り、水質活性器4を有している。水質活性器4とは内部の水質活性化剤4 1と冷却水を接触させることで、静電整流器5と相まって、スケール除去の効果を相乗的に発揮し、スケール除去を効果的に行わせることができる設備である。

[0033] また、本スケール除去装置 1 において、「水質活性化剤」とは、冷却水に対して水質活性を付与するものであって、限定されるわけでは無いが、例えばセラミックスを例示することができる。セラミックスはセラミックス同士が接触することで自身に電荷の偏りや電離が生じ、セラミックス表面がマイナスに帯電する。そして冷却水と接触すると、冷却水の水素原子の $\delta+$ を緩和させて水分子を小さなクラスタとし、この水をスケールに対し作用させることで、スケール内の結合を弱くし、スケールの結晶性を非晶性にし、スケールを配管等から剥離させやすくするとともに、付着しにくくさせることができる。図 2 に、冷却水の水分子によって形成されるクラスタのイメージ図を示しておく。

[0034] また本スケール除去装置 1 において、水質活性化剤 4 1 としてセラミックスを用いる場合、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけでは無いが、セラミックスの材料としては例えばモンモリロナイトやストロマトライト等の粘土鉱物を焼成して製造したものであることが好ましい。

[0035] また、本スケール除去装置 1 の水質活性器 4 のセラミックスの形状は、上記の機能を有する限りにおいて限定されるわけでは無く、そのままの粒状（例えば平均粒径 5 mm 以上 30 mm 以下の球状の粒）であってもよいが、よりその効果を高めるべく、平均粒径 100 μ m 以下、より好ましくは 10 μ m 程度の細粒状とし、さらにこれらを樹脂等のバインダーによって安定的に保持させることとしてもよい。このようにすることでセラミックスと冷却水の接触面積を増加させることができる一方、この流出を効率的に防ぐことが可能となる。なおこの場合において、セラミックスは樹脂を含めた水質活性化剤全体の重量を 100 とした場合、セラミックスは 70 以上 99 以下とすることが好ましい。

[0036] 図 3 は、上記の場合の水質活性器 4 における水質活性化剤 4 1 のイメージ図である。より具体的に水質活性器 4 における水質活性化剤は、帯状の樹脂と、前記帯状の樹脂に練り込まれた細粒状のセラミックスと、を有する構成となっていることが好ましく、より好ましくはこの帯状の樹脂が縁部分等で

互いに接触しながら丸まっている形状となっていることが好ましい。このようにすることで、セラミックスと冷却水の接触面積を安定的に確保するとともに、水質活性化剤全体の体積増加を抑えることが可能となるとともに、水質活性器4の充填容器42内に収容しやすくなる。特にこのように帯状の樹脂が丸まっている状態となることで充てんしたとしてもこれらの隙間が十分な水流を確保することができるといった利点もある。

[0037] また本スケール除去装置1において、他の水質活性化剤41の他のイメージを図4に示しておく。図中(a)は外観であり、(b)はその断面である。本図で示す他の水質活性化剤は、基礎体411と、基礎体411を覆う釉薬層412と、釉薬層412に分散された細粒状のセラミックス413と、を有するものである。このように釉薬層内に細粒状のセラミックスを保持させることで細粒状のセラミックスの確実な保持とその効果発揮を実現することが可能となる。

[0038] また、この水質活性化剤において「基礎体」とは、上記釉薬層412を保持するための基礎となるものであって、この限りにおいて限定されるわけではないが、土（粘土を含む）を練り固めて焼いた焼物であることは好ましい一例である。なお、この基礎体411の形状としては特に限定されるわけではないが、球状であることが好ましい。球状とすることで、基礎体同士又は基礎体と水質活性化剤の重点容器42との接触面積を最小限にすることが可能となりこれらの間隙によって水流を阻害しない構成とすることが可能となる。なお、この基礎体が球状の場合、完全な球である必要はなく、多少の凹凸やゆがみがあっても問題ない。またこの球状の場合の大きさとしては、用いる充てん装置の大きさによっても大きく異なるが、直径として5mm以上5cm以下の範囲であることが好ましく、より好ましくは3cm以下である。

[0039] また、「釉薬層」とは、上記基礎体を焼く際に、焼結前の基礎体表面に釉薬を塗布して焼くことで形成する釉薬の層をいう。また上記の通り、釉薬層には細粒状のセラミックが混合されており、焼結によって確実に釉薬層に保

持されることになる。釉薬としては、公知の釉薬を採用することができ、特に限定されない。また、細粒状のセラミックスについては上記帯状の樹脂の場合と同様である。

[0040] ところで、本システムSにおいて、限定されるわけでは無いが、水質活性器4は、内部に水質活性化剤41を充填する充填容器42と、充填容器42に冷却水を導入する導入配管43と、充填容器42に接続された冷却水を排出する排出配管44と、を有することが好ましい。図5に、本スケール除去装置1における水質活性器4の断面の概略を示す。

[0041] 水質活性器4において、充填容器42とは、上記の通り、水質活性化剤41を充填するとともに、水質活性化剤41と冷却水を接触させるためのものである。充填容器42の形状としては筒状の部材であることが好ましく、本図の例では有底の筒状部材とこの開口端をふさぐ蓋部材の組であることが好ましい。なお、充填容器42の材質としては、限定されるわけでは無いが、冷却水との接触によって劣化しにくい金属や樹脂を用いることが好ましく、金属の場合は、ステンレスで構成されていることが好ましい。

[0042] また、水質活性器4において、導入配管43は、循環配管2の途中に位置するよう接続され、充填容器42内に冷却水を導入するための配管である。導入配管43の構成としては特に限定されるわけでは無く、上記循環配管2と同様、冷却水によって腐食しにくい金属や樹脂によって構成されていることが好ましい。なお、導入配管43の径としては、限定されるわけでは無いが、スケールによる詰まりを防止するため、8mm以上備えていることが好ましい。なお、充填容器42が上記のように有底の円筒形状である場合、導入配管43に接続されていない側の開口端431は、上記円筒形状の有底近傍まで延びていることが好ましい。開口端を有底近傍までもっていくことで最も効率よく冷却水を水質活性化剤41と接触させる経路を確保することができるようになるためである。

[0043] また、水質活性器4において、排出配管44は、循環配管2に接続され、充填容器42から排出された冷却水を循環配管2に戻すためのものである。

また、排出配管44の径としては、限定されるわけでは無いが、スケールによる詰まりを防止するため、8mm以上であることが好ましい。また上記図の例すなわち充填容器42が有底の円筒形状とその蓋の組合せである場合、その吸入口441は蓋近傍に設けられていることが好ましい。このようにすることで、水質活性化剤41が充填容器42内で十分に冷却水と接触した後、この水質活性化器4外に放出させることができるようになる。

[0044] また、本システムSのスケール除去装置1は、上記の通り静電整流器5を備えている。本システムSでは、水質活性化器4と静電整流機5の組合せにより、スケール除去の効果を最大限に引き出すことが可能となる。

[0045] 本システムSにおけるスケール除去装置1の静電整流器5の外観構造について図6に示す。本システムSにおいて、静電整流器5は、冷却水に対して電圧（振幅）が時間とともに変化する電気信号、具体的には、減衰波信号、好ましくはパルス状の減衰波信号を生成し、供給することができる。本図で示すように、静電整流器5は、循環配管2の周囲に電気配線52がまきまわされ、所定の電気信号を冷却水に印加することが可能である。

[0046] ここで、静電整流器5が循環配管2を通じて冷却水に印加する電気信号の波形について図7に示しておく。

[0047] 本図で示すように、静電整流器5が供給するのは電圧（振幅）が時間とともに変化する減衰波の電気信号である。減衰波信号であることは効率的な熱伝達効率を達成するうえで重要である。ここで「減衰波信号」とは、時間とともにその振幅の大きさが減少していく信号であるが、周期的に繰り返される信号を意味するが、パルス状の信号波形が重なっている高調波であってもよい。なお、「パルス状」とは一定期間ごとにその信号が現れることを意味する。

[0048] また、静電整流器5は、周波数20kHz以上40kHz以下で繰り返されるパルス状の減衰波信号を供給するものであることが好ましく、より好ましくは、33kHz以下である。この周波数はいわゆるパルスの周波数である。繰り返し時間でいうと20μs以上50μs以下の間隔でパルス状の減

衰波信号が供給されるものであって、より好ましくは $30\mu\text{s}$ 以下である。この効果については推論の部分もあるが、上記範囲のパルス状の信号を与えることで、媒体に対して脈動的に和電子を供給することが可能となり、これが冷却水のクラスタに振動となって伝わり、クラスタを分解するよう力が加わるものと考えられる。減衰波とすることでこの効果はより顕著となる。なおここで「和電子」とは、極性を中性にするために用いられる電子をいう。

[0049] また、静電整流器5では、減衰波である場合に、その一減衰波信号内における信号の周期は、 2MHz 以上 10MHz 以下であることが好ましく、より好ましくは 5MHz 以下である。この周波数は一減衰波信号内の周期を意味するものであり、その時間間隔でいうと $0.1\mu\text{s}$ 以上 $0.5\mu\text{s}$ 以下であり、好ましくは $0.2\mu\text{s}$ 以下である。この範囲の波を追加する効果についても上記のパルス状の減衰波信号と同様推論の部分もあるが、減衰波信号とすることでパルスの衝撃を効果的に冷却水に伝達することができるようになると思われる。

[0050] 本スケール除去装置1の構造は、減衰波信号を生成することができる限りにおいて限定されるわけではないが、上記図でしめすように、減衰波信号を発生させる信号発生回路51と、信号発生回路51により発生する減衰波信号を冷却水に印加する電気配線52と、を有することが好ましい。この構成の機能ブロックについて図8に示しておく。

[0051] また、静電整流器5において、信号発生回路51は減衰波信号を発生することができる限りにおいて限定されないが、交流電源を直流に交換するADコンバーターと、基礎信号を生成する信号発生器と、これらの入力を受けるオペアンプと、オペアンプの出力を伝達する出力端と、を有することが好ましい。また、これらの間には適宜電圧等を調整するためのコンデンサ及び抵抗を配置することが可能である。この信号発生回路51の等価回路を図8に示しておく。

[0052] また、静電整流器において、電気配線52は、減衰波信号を信号発生回路51により発生する減衰波信号を冷却水に印加できる限りにおいて限定され

ないが、オペアンプの出力を伝達する出力端に接続され、電荷を供給できるものである。

[0053] ここで静電整流器5によるスケール除去のメカニズムについて説明する。本システムSで用いる冷媒は冷却水であり、その分子は極性を備えたものである。その冷却水を構成している分子においては電荷が偏っており、これら分子間には結合しようとする力が発生する。しかしながら、この集団内の分子は都度組む相手を変えながらクラスタを形成しているため、一定のダイナミズムをもったモデル（減衰波信号）を印加することで、外部から自由電子を冷却水に注入し、クラスタを小さくし、スケールを効率的に除去することができる。特に、本システムSでは、静電整流器5と水質活性器4を組み合わせることで、静電整流器5単独の場合、水質活性器4単独の場合より、数十倍程度の効率向上を達成することができる。特に、本システムSによると、既に循環配管2内にスケールが付着している場合であっても、そのスケールを循環配管2内からはがし、冷却塔CTまで排出させることが可能となる。そして更にスケールの付着を防止することが可能となる。

[0054] 以上、本実施形態によって、大きなシステム改修の必要がなく、高いスケール除去効率を達成できるスケール除去装置及びこれを用いたスケール除去システムを提供することができる。より具体的に効果について説明すると、本システムでは水質活性器と静電整流器を備えているため、水質活性器によって活性化されることで静電整流器による電気信号の効果がより発揮しやすい状態となり、その効果が相乗的かつ飛躍的に向上することとなるため、水質活性器単独で用いる場合、静電整流器をそれぞれ単独で用いる場合に比べ、飛躍的にスケール除去効率が高くなる。より具体的に説明すると、後述の実験例からも明らかなように、通常発生するスケールが結晶性から非晶質性に代わり、スケールが細かくなり付着しにくくなり剥がれやすくなる一方、配管内等に固着しにくくなる。この結果、スケール除去装置としての機能を十分に発揮することができる。

[0055] また、特に、本システムでは、冷却塔CT及び施設内を循環する施設内配

管 P とは別に冷却塔 C T を経由する他の循環経路を配置するだけで済むため、大きなシステム改修の必要がなく、簡便に設置ができるようになるといった利点がある。これは非常に大きな利点となりうる。また、本システムの修理や改修が必要になった場合も、施設内配管 P と接続された機器の稼働を保持しながら、作業が可能になる利点もある。

- [0056] なお、本システムは、冷却塔 C T を用いたシステムとして説明したが、水を循環させるシステムであればその効果を十分に発揮することができ、例えば屋内の給湯システム等に適用可能である。すなわち、施設内において循環する施設内配管と、施設内配管に設けられるスケール除去装置と、を有するスケール除去システムであって、スケール除去装置は、水を輸送するとともに、施設内配管に水を戻す循環配管と、循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有する物とすることが可能である。この記載から明らかであるが、冷却塔の説明の際用いた「冷却水」は、温水でも可能であり、単に「水」として処理される。

実施例

- [0057] ここで、本システムについて具体的に試作を行い、その効果を確認した。以下具体的に説明する。

[0058] (実施例 1)

まず、冷却装置等を冷却する循環配管及び冷却塔を備えた建物（既に数年以上駆動している冷却システム）に、上記のスケール除去装置を設置した。具体的には、冷却塔の下部水槽に、取水する吸引口と、排水する排出口を備えた循環配管を設け、その途中経路にポンプ、水質活性器、静電整流器を直列的に配置した。なお、水質活性器は、ストロマトライトを原料として生成した平均粒径 $20\ \mu\text{m}$ 程度のセラミックス粒子をバインダー樹脂と混合しこれを成形した水質活性化剤を充填容器内に詰めた水質活性器とし、静電整流器は、上記図で示す電気信号を発生させる静電整流器とした。

- [0059] そして、上記スケール除去装置を含むシステム全体を駆動することによりその効果を確認した。具体的には、設置後 1 月で、既に配管内に付着してい

たスケールを3 kg以上剥離させ冷却塔の下部水槽から回収することができた。また、その後半年使用してもスケールが析出することがなく、配管内を確認してもスケールの新たな析出が確認されなかった。特に、この実験において、スケールの析出と関係する指標であると考えられるORP（酸化還元電位）の値が、当初700 mV程度であったところ本スケール除去装置を設置したところ3時間程度で250 mV程度まで減少させることができ、冷却水を入れ替えても同様の時間でその状態を維持することができた。ORPは、スケールの付着に起因すると考えられるところ、本スケール除去装置を用いることでこの値を急速かつ大幅に減少させることができ、スケールの剥離を促進し、スケールが析出しにくくなったと考えられる。すなわち、本スケール除去装置により、付着していたスケールは容易に除去され、またスケールが除去された後は析出及び付着しにくくなっていることが確認できた。

[0060]（実施例2）

本実施例では、上記実施例1におけるバインダー樹脂に変えて、表面の釉薬層に平均粒径20 μ m程度のセラミックス粒子を混合させた全体の平均粒径約1 cm程度の球状陶器とした以外は同様の構成とした。なお、この球状陶器は、上記図で示したとおりである。

[0061] そして、上記スケール除去装置を含むシステム全体を駆動することによりその効果を確認した。具体的には、設置後1月で、既に配管内に付着していたスケールを4 kg以上剥離させ冷却塔の下部水槽から回収することができた。また、その後半年使用してもスケールが析出することがなく、配管内を確認してもスケールの新たな析出が確認されなかった。特に、この実験において、スケールの析出と関係する指標であると考えられるORP（酸化還元電位）の値が、当初700 mV程度であったところ本スケール除去装置を設置したところ3時間程度で230 mV程度まで減少させることができ、冷却水を入れ替えても同様の時間でその状態を維持することができた。ORPは、スケールの付着に起因すると考えられるところ、本スケール除去装置を用

いることでこの値を急速かつ大幅に減少させることができており、スケールの剥離を促進し、スケールが析出しにくくなったと考えられる。すなわち、本スケール除去装置により、付着していたスケールは容易に除去され、またスケールが除去された後は析出及び付着しにくくなっていることが確認できた。

[0062] (比較例 1)

上記実施例とは異なる建物ではあるが同様の冷却システムを備える建物に、上記実施例と同様のシステムにおいて水質活性器を設けずシステムを構成し、同様の動作及び同様の測定を行った。

[0063] 本装置によると、設置後 1 月程度で、剥離したスケールはほぼ確認することができず、半年経過後にわずかに剥離が確認された程度であった。ただし、スケールの増加は確認されなかった。本結果では、スケール析出防止の効果は多少確認することはできたが、スケール除去の効果は十分とは言えなかった。

[0064] (比較例 2)

上記実施例、比較例 1 とは異なる建物ではあるが同様の冷却システムを備えた建物に、上記実施例と同様のシステムにおいて静電整流器を設けずシステムを構成し、同様の動作及び同様の測定を行った。

[0065] 本装置によると、設置後 1 月程度で、剥離したスケールはほぼ確認することができず、半年経過後においてもわずかに剥離が確認された程度であった。また、場所によっては、配管内のスケールの増加が確認された場所もあり、本結果では、スケール除去の効果は十分とは言えなかった。

[0066] 以上の結果により、本発明の効果を確認することができた。

産業上の利用可能性

[0067] 本発明は、スケール除去装置及びこれを用いたスケール除去システムとして産業上の利用可能性がある。

符号の説明

[0068] S・・・冷却システム

C T . . . 冷却塔
C P . . . 冷却塔
P . . . 施設内配管
1 . . . スケール除去装置
2 . . . 循環配管
3 . . . ポンプ
4 . . . 水質活性器
5 . . . 静電整流器

請求の範囲

- [請求項1] 冷却塔に收容された冷却水を輸送するとともに、前記冷却塔に前記冷却水を戻す循環配管と、
- 前記循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有するスケール除去装置。
- [請求項2] 前記水質活性器は、
- 内部に水質活性化剤を充填する充填容器と、
- 前記充填容器に前記冷却水を導入する導入配管と、
- 前記充填容器に接続された前記冷却水を排出する排出配管と、を有する請求項1記載のスケール除去装置。
- [請求項3] 前記水質活性化剤は、帯状の樹脂と、前記帯状の樹脂に練り込まれた細粒状のセラミックスと、を有する請求項2記載のスケール除去装置。
- [請求項4] 前記静電整流器は、
- 減衰波信号を発生させる信号発生回路と、
- 前記信号発生回路により発生する前記減衰波信号を前記冷却水に印加する電気配線と、を有する請求項1記載のスケール除去装置。
- [請求項5] 前記減衰波信号は、周波数20kHz以上60kHz以下で繰り返されるパルス状の減衰波信号である請求項4記載のスケール除去装置。
- [請求項6] 冷却水を收容する冷却塔と、
- 前記冷却塔に接続され施設内において循環する施設内配管と、
- 前記冷却塔に設けられるスケール除去装置と、を有するスケール除去システムであって、
- 前記スケール除去装置は、前記冷却塔に收容された前記冷却水を輸送するとともに、前記冷却塔に前記冷却水を戻す循環配管と、
- 前記循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有するスケール除去システム。

- [請求項7] 前記水質活性器は、内部に水質活性化剤を充填する充填容器と、前記充填容器に前記冷却水を導入する導入配管と、前記充填容器に接続された前記冷却水を排出する排出配管と、を有する請求項6記載のスケール除去システム。
- [請求項8] 前記静電整流器は、減衰波信号を発生させる信号発生回路と、前記信号発生回路により発生する前記減衰波信号を前記冷却水に印加する電気配線と、を有する請求項6記載のスケール除去システム。
- [請求項9] 前記減衰波信号は、周波数20kHz以上60kHz以下で繰り返されるパルス状の減衰波信号である請求項8記載のスケール除去システム。
- [請求項10] 循環配管と、
前記循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有するスケール除去装置。
- [請求項11] 施設内において循環する施設内配管と、
前記施設内配管に設けられるスケール除去装置と、を有するスケール除去システムであって、
前記スケール除去装置は、水を輸送するとともに、前記施設内配管に前記水を戻す循環配管と、
前記循環配管の経路内に配置されるポンプ、水質活性器、及び、静電整流器と、を有するスケール除去システム。