

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4686605号
(P4686605)

(45) 発行日 平成23年5月25日(2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月18日(2011.2.18)

(51) Int. Cl.	F 1		
CO2F 1/461 (2006.01)	CO2F 1/46	101A	
CO2F 5/00 (2006.01)	CO2F 5/00	610B	
	CO2F 5/00	620B	
	CO2F 5/00	620C	

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2008-528781 (P2008-528781)	(73) 特許権者	000145611
(86) (22) 出願日	平成19年7月31日(2007.7.31)		株式会社コガネイ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/064931		東京都小金井市緑町3-11-28
(87) 国際公開番号	W02008/018317	(74) 代理人	100090402
(87) 国際公開日	平成20年2月14日(2008.2.14)		弁理士 窪田 法明
審査請求日	平成22年6月15日(2010.6.15)	(72) 発明者	仲野 崇行
(31) 優先権主張番号	特願2006-215225 (P2006-215225)		東京都千代田区岩本町3丁目8番16号
(32) 優先日	平成18年8月8日(2006.8.8)		株式会社コガネイ内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願		審査官	大島 忠宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水浄化方法とその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スケール成分が溶け込んでいる水からなる被処理水を対向する電極間に流し、該電極間に直流電圧を印加し、被処理水中のスケール成分を負極側の電極に電解析出させて該被処理水を浄化させる水浄化方法において、該電極として正極側にチタン、負極側にアルミニウム又はアルミニウム合金を使用し、対向する該電極間に該正極側の電極の単位面積(1 m²)当たり1~20 Aの範囲で定電流を、該正極側の電極の表面で陽極酸化皮膜の生成と絶縁破壊が繰り返して生ずる時間長さで流すことを特徴とする水浄化方法。

【請求項2】

前記被処理水の電気伝導度が所定値Aより高い場合は前記電極間を流れる電流を増加させ、前記被処理水の電気伝導度が所定値Bより低い場合は前記電極間を流れる電流を減少させ、該所定値Aと該所定値BをA Bの関係にしたことを特徴とする請求項1に記載の水浄化方法。

【請求項3】

前記被処理水の電気伝導度の前記所定値Aが100~3000 μS/cm、前記所定値Bが100~3000 μS/cmであることを特徴とする請求項2に記載の水浄化方法。

【請求項4】

前記被処理水の酸化還元電位が所定値Cより高い場合は前記電極間を流れる電流を増加させ、前記被処理水の酸化還元電位が所定値Dより低い場合は前記電極間を流れる電流を減少させ、該所定値Cと該所定値DをC Dの関係にしたことを特徴とする請求項1に記載

載の水浄化方法。

【請求項 5】

前記被処理水の酸化還元電位の前記所定値 C が + 1 0 0 ~ - 1 0 0 m V、前記所定値 D が + 1 0 0 ~ - 1 0 0 m Vであることを特徴とする請求項 4 に記載の水浄化方法。

【請求項 6】

スケール成分が溶け込んでいる水からなる被処理水を受け入れて排出する電解槽と、該電解槽内に設置されている 1 又は 2 以上の第一の電極と、該電解槽内に該第一の電極と所定間隔をおいて設置されている 1 又は 2 以上の第二の電極と、該第一の電極と該第二の電極の間に直流電圧を印加する直流電源装置とを備え、該第一の電極はチタンからなり、該第二の電極はアルミニウム又はアルミニウム合金からなり、該第一の電極には該直流電源装置の正極側の出力端子が接続され、該第二の電極には該直流電源装置の負極側の出力端子が接続され、該直流電源装置は該第一の電極と該第二の電極の間に該第一の電極の単位面積 (1 m²) 当たり 1 ~ 2 0 A の範囲で定電流を、該第一の電極の表面で陽極酸化皮膜の生成と絶縁破壊が繰り返し生ずる時間長さで流す定電流電源装置であることを特徴とする水浄化装置。

10

【請求項 7】

前記第一の電極の形状が板状、丸棒状もしくは角棒状、前記第二の電極の形状が板状、丸棒状もしくは角棒状であって、これらの電極が同一形状同士もしくは異形状同士で対向していることを特徴とする請求項 6 に記載の水浄化方法。

【請求項 8】

メッシュ目のサイズが 1 0 0 μ m ~ 1 0 c m の網製保護袋によって前記電極が覆われていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の水浄化装置。

20

【請求項 9】

前記電極間を流れる電流値を測定する電流計を備え、該電流計によって測定された電流値が所定値より小さい場合は前記直流電源装置の出力電圧を高くして該電極間を流れる電流値を増加させ、該電流計によって測定された電流値が所定値より大きい場合は前記直流電源装置の出力電圧を低くして該電極間を流れる電流値を減少させる電源制御装置を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の水浄化装置。

【請求項 1 0】

前記被処理水の電気伝導度を計測する電気伝導度計と、該電気伝導度計によって得られた電気伝導度が所定値 A より高い場合は前記直流電源装置の出力電圧を高くして前記電極間を流れる電流値を増加させ、該電気伝導度計によって得られた電気伝導度が所定値 B より低い場合は該直流電源装置の出力電圧を低くして該電極間を流れる電流値を減少させ、該所定値 A と該所定値 B が A > B の関係にある電源制御装置を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の水浄化装置。

30

【請求項 1 1】

前記被処理水の電気伝導度の前記所定値 A が 1 0 0 ~ 3 0 0 0 μ S / c m、前記所定値 B が 1 0 0 ~ 3 0 0 0 μ S / c mであることを特徴とする請求項 1 0 に記載の水浄化装置。

【請求項 1 2】

前記被処理水の酸化還元電位を計測する酸化還元電位計と、該酸化還元電位計によって得られた酸化還元電位が所定値 C より高い場合は前記直流電源装置の出力電圧を高くして前記電極間を流れる電流値を増加させ、該酸化還元電位計によって得られた酸化還元電位が所定値 D より低い場合は前記直流電源装置の出力電圧を低くして前記電極間を流れる電流を減少させる、該所定値 C と該所定値 D が C > D の関係にある電流制御装置を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の水浄化装置。

40

【請求項 1 3】

前記被処理水の酸化還元電位の前記所定値 C が + 1 0 0 ~ - 1 0 0 m V、前記所定値 D が + 1 0 0 ~ - 1 0 0 m Vであることを特徴とする請求項 1 2 に記載の水浄化装置。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

この発明は水浄化方法とその装置、例えばオフィスや工場等の設備用冷却水、冷房に使用されている空気調和機の凝縮器とクーリングタワーとの間を循環している冷却水等に含まれているスケール成分を電気化学的に除去する水浄化方法とその装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図17は空調システムの説明図である。同図に示すように、空気調和機64は冷媒ガスを圧縮する圧縮器(図示せず)と、圧縮されて発熱した冷媒ガスを冷却水により冷却して凝縮させる凝縮器66と、凝縮器66で凝縮して得られた冷媒液を膨張弁を介して流入させて蒸発させる蒸発器(図示せず)とを有している。

10

【0003】

凝縮器66内を流れる冷媒ガスを冷却するために凝縮器66は冷却槽70内に設けられ、冷却槽70には冷却水がクーリングタワー68から供給されている。冷却槽70に冷却水を供給するためのクーリングタワー68は、筒形の塔本体72と、塔本体72の下部に設けられた受水槽74とを有しており、受水槽74と冷却槽70は供給配管76により接続されている。

【0004】

塔本体72内には冷却水と冷却風とが流れる多数の通路を有する充填体78が組み込まれている。塔本体72には充填体78に冷却水を噴霧するためのスプレーノズル80が取り付けられており、スプレーノズル80は戻し配管82を介して冷却槽70に接続され、冷却槽70内の冷却水は供給配管76に設けられた循環ポンプ84によりスプレーノズル80に供給されるようになっている。

20

【0005】

スプレーノズル80から充填体78に噴霧された冷却水は充填体78に形成された多数の通路を流れて受水槽74に落下する。このように、クーリングタワー68と冷却槽70とこれらを接続する供給配管76と戻し配管82により水が循環する冷却水路が形成されることになり、循環ポンプ84の駆動によりこの冷却水路内を水が流れることになる。

【0006】

塔本体72内の上方位置には送風機86が設けられ、送風機86によって、塔本体72の下部から空気が吸い上げられて流入し、この流入した空気が充填体78内の通路を冷却水に対して逆流するように流れる。冷却水は逆流してきた空気と直接接触して熱交換されるとともに蒸発し、冷却水は気化熱を失うことによって更に冷却される。塔本体72には、冷却水の蒸発によって減少した冷却水を補充するために、フロート88により開閉される補充配管90を介して冷却水が補充される。

30

【0007】

ところで、クーリングタワー68は上記のように冷却水が蒸発する際に気化熱を失うことを利用して冷却水を冷却しているため、冷却水はクーリングタワー68で常時蒸発している。そして、クーリングタワー68の冷却水として使用される水道水や地下水にはカルシウムイオン、マグネシウムイオン、溶存シリカなどの陽イオン(スケール由来成分)が含まれている。しかも、蒸発により減少した冷却水には水道水や地下水が絶えず補充されている。

40

【0008】

このため、冷却水に含まれているこれら陽イオンの濃度は次第に高くなる。具体的には、当初供給された水道水の電気伝導度100~200 μ S/cmが、数日から1週間で1000 μ S/cm以上に上昇する。そして、この陽イオンは凝集してスケールとなり、凝縮器66の熱交換面に付着して熱交換効率を低下させたり、冷却水を循環させている配管の内面に付着して冷却水の流通抵抗を高めるといった問題を生じていた。

【0009】

50

また、冷却水中には藻類やレジオネラ菌等の雑菌が大量に繁殖し、この冷却水がこれらの雑菌とともにクーリングタワーから霧散し、クーリングタワーの周囲で活動をしている人たちの健康を阻害したり、地域住民の健康を阻害するという問題を生じていた。

【0010】

このため、冷却水に水道水や地下水を加えて陽イオンの濃度を低下させ、スケールの発生を防止しようとする方策が採られていたが、そのようにすると水道水や地下水の値段が高いところでは冷却水の費用が高み、空気調和機の維持管理のコストが高くなるという不都合があった。

【0011】

このため、水道水や地下水を安価に入手できない事業所では、循環水に薬剤を添加し、冷却水の電気伝導度を制御し、凝縮器の熱交換面や配管の内面へのスケールの付着を防止する方法が採られているが、薬剤は定期的に冷却水に添加しなければならないので、この方法を採る場合もかなりの費用がかかっていた。

10

【0012】

しかも、冷却水中に薬剤を添加しても凝縮器の熱交換面や配管の内面へのスケールの固着は完全には避けられず、除去作業が必要になる期間は延びるものの、固着したスケールを除去する作業は必要であり、そのための手間と費用は仕方がなかった。

【0013】

また、藻類や雑菌の繁殖の問題については冷却水中に殺菌剤を添加する方策が採られていたが、長期的には藻類や雑菌の繁殖は避けられず、これがクーリングタワーから殺菌剤等と一緒に大気中に拡散し、大気汚染を生じさせるという問題があった。

20

【0014】

そこで、これらの問題を解消するために、例えば、電解浄化槽内に複数枚の板状の電極を所定間隔をおいて平行に対向させた電極ユニットを入れ、この電解浄化槽内に上記冷却水を導き、各電極に正負の電圧を印加し、冷却水中に含まれている陽イオンを負極側の電極の表面にスケールとして析出させ、冷却水から陽イオンを除去させるタイプの浄化装置が種々提案されている。

【特許文献1】特開2001-259690号公報

【特許文献2】特開平4-18982号公報

【特許文献3】特開昭61-181591号公報

30

【特許文献4】特開昭58-35400号公報

【特許文献5】特開2001-137891号公報

【特許文献6】特開平9-103797号公報

【特許文献7】特開2001-137858号公報

【特許文献8】特開平9-38668号公報

【特許文献9】特開平11-114335号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかし、これらの浄化装置は、長期間運転していると負極側の電極の表面に析出したスケールが次第に厚く堆積し、電流が流れなくなり、冷却水を浄化する機能が低下してしまうので、スケールが一定レベル以上堆積した場合、サービスマンが負極側の電極を浄化装置から取り外し、この電極からスケールを物理的に除去しなければならず、浄化装置の維持管理が面倒で、コストがかかるという問題があった。

40

【0016】

この問題に対しては、負極側の電極と正極側の電極の極性を自動で定期的に逆転させて負極側の電極の表面に付着しているスケールを剥落させるようにした浄化装置も提案されているが、この浄化装置であっても、現実には、電極の表面に強固に固着したスケールは剥落せず、スケールの一部が電極上に残り、残ったスケールが次第に堆積し、いずれは電流が流れなくなって、冷却水の浄化ができなくなってしまうので、結局はサービスマンが

50

負極側の電極の表面に固着したスケールを剥離除去しなければならず、依然として浄化装置の維持管理が面倒で、コストがかかっていた。

【 0 0 1 7 】

また、このタイプの浄化装置は、電極として Pt 等の高価な貴金属材料を使用したり、S U S、F e 等、すぐに消耗する材料を使用しているため、装置が高価になったり、維持費がかなり掛かるという問題もあった。

【 0 0 1 8 】

この発明は、電解浄化槽から電極を取り外して電解浄化槽内のスケールを除去するという面倒な清掃作業をしなくて済む、できるだけ維持管理に手間のかからない水浄化方法とその装置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 】

【 0 0 1 9 】

この発明に係る水浄化方法は、対向する電極間に浄化処理すべき被処理水を流し、該電極間に直流電圧を印加し、被処理水中の陽イオンを負極側の電極に電解析出させて被処理水を浄化させるものである。

【 0 0 2 0 】

ここで、該電極としては正極にチタン、負極にアルミニウム又はアルミニウム合金を使用する。また、該正極側の電極の表面に生成された陽極酸化被膜に該陽極酸化被膜を絶縁破壊させ得る電圧を印加するに足る電流を流すようにするとともに、負極側の電極の表面を電気腐食させて、負極側の電極の表面に電解析出した固着物であるスケールを剥離除去させるようにしている。

【 0 0 2 1 】

また、陽極酸化被膜の生成に抗して一定電流を流すことによって印加電圧を高めるようにしてもよい。この場合、前記電極間に流す電流は、正極側の電極の単位面積 (1 m^2) 当たり $0.1 \sim 2.0 \text{ A}$ が好ましく、 1 A から 1.0 A がより好ましい。電流が $0.1 \text{ A} / \text{m}^2$ 未満では循環冷却水を十分に浄化できず、 $2.0 \text{ A} / \text{m}^2$ を超えると正極側の電極が早く腐食して使えなくなるからである。

【 0 0 2 2 】

また、前記被処理水の電気伝導度が所定値 A より高い場合は前記電極間を流れる電流を増加させ、該被処理水の電気伝導度が所定値 B より低い場合は前記電極間を流れる電流を減少させ、該所定値 A と該所定値 B を A > B の関係としてもよい。前記被処理水の電気伝導度の該所定値 A は $100 \sim 3000 \mu \text{ S} / \text{cm}$ 、該所定値 B は $100 \sim 3000 \mu \text{ S} / \text{cm}$ が好ましく、更に、該所定値 A は $700 \sim 800 \mu \text{ S} / \text{cm}$ 、該所定値 B は $700 \sim 800 \mu \text{ S} / \text{cm}$ であればより好ましい。

【 0 0 2 3 】

また、前記被処理水の酸化還元電位が所定値 C より高い場合は前記電極間を流れる電流を増加させ、該被処理水の酸化還元電位が所定値 D より低い場合は前記電極間を流れる電流を減少させ、該所定値 C と該所定値 D を C > D の関係としてもよい。酸化還元電位の該所定値 C は $+100 \sim -100 \text{ mV}$ 、前記所定値 D は $+100 \sim -100 \text{ mV}$ が好ましく、更に、該所定値 C は $-40 \sim -60 \text{ mV}$ 、該所定値 D は $-40 \sim -60 \text{ mV}$ であればより好ましい。

【 0 0 2 4 】

また、この発明に係る水浄化装置は、浄化処理すべき被処理水を受け入れて排出する電解槽と、該電解槽内に設置されている 1 又は 2 以上の正極側の電極と、該電解槽内に該正極側の電極と所定間隔をおいて設置されている 1 又は 2 以上の負極側の電極と、該正極側の電極と該負極側の電極の間に直流電圧を印加する直流電源装置とを備えているものである。

【 0 0 2 5 】

ここで、該正極側の電極はチタンからなり、直流電源装置の正極側の出力端子に接続され、該負極側の電極はアルミニウム又はアルミニウム合金からなり、該直流電源装置の負

10

20

30

40

50

極側の出力端子に接続されている。

【0026】

また、該正極側の電極の形状及び該負極側の電極の形状は板状、丸棒状もしくは角棒状とすることができ、これらの電極は同一形状同士もしくは異形状同士で対向させることができる。該正極側の電極及び該負極側の電極、特に負極側の電極はメッシュ目のサイズが $100\mu\text{m} \sim 10\text{cm}$ の網製保護袋で覆ってもよい。

【0027】

該正極側の電極の表面に形成された陽極酸化被膜には該陽極酸化被膜を絶縁破壊によって剥離・除去させる電圧が該直流電源装置によって印加されるようになっている。該直流電源装置は、前記正極側の電極と前記負極側の電極の間に正極側の電極の単位面積 (1m^2) 当たり $0.1 \sim 20\text{A}$ の定電流を流す定電流電源装置であることが好ましい。

10

【0028】

この発明に係る水浄化装置は、電極間を流れる電流の値を測定する電流計を備え、該電流計によって測定された電流値が所定値より小さくなった場合は前記直流電源装置の出力電圧を高くし、該電流計によって測定された電流値が所定値より大きくなった場合は前記直流電源装置の出力電圧を低くする電圧制御装置を備えていてもよい。

【0029】

また、この発明に係る水浄化装置は、被処理水の電気伝導度を計測する電気伝導度計と、該電気伝導度計によって得られた電気伝導度が所定値 A より高い場合は前記直流電源装置の出力電圧を高くして前記電極間を流れる電流を増加させ、該電気伝導度計によって得られた電気伝導度が所定値 B より低い場合は前記直流電源装置の出力電圧を低くして前記電極間を流れる電流を減少させ、該所定値 A と該所定値 B が A > B の関係にある電流制御装置を備えていてもよい。電気伝導度の該所定値 A としては $100 \sim 3000\mu\text{S}/\text{cm}$ 、該所定値 B としては $100 \sim 3000\mu\text{S}/\text{cm}$ であることが好ましい。

20

【0030】

また、この発明に係る水浄化装置は、前記被処理水の酸化還元電位を計測する酸化還元電位計と、該酸化還元電位計によって得られた酸化還元電位が所定値 C より高い場合は前記直流電源装置の出力電圧を高くして前記電極間を流れる電流を増加させ、該酸化還元電位計によって得られた酸化還元電位が所定値 D より低い場合は前記直流電源装置の出力電圧を低くして前記電極間を流れる電流を減少させ、該所定値 C と該所定値 D が C > D の関係にある電流制御装置を備えていてもよい。前記被処理水の酸化還元電位の前記所定値 C としては $+100 \sim -100\text{mV}$ 、前記所定値 D としては $+100 \sim -100\text{mV}$ であることが好ましい。

30

【発明の効果】

【0031】

この発明によれば、正極側の電極の表面に生成した陽極酸化被膜が強制的に絶縁破壊され、スケール成分を除去するのに必要な量の電流が、陽極酸化被膜の生成に抗して被処理水中を流れるので、被処理水中のスケール成分が効率良く除去され、被処理水の電気伝導率が所望の範囲で維持されるという効果がある。

【0032】

また、この発明によれば、被処理水を浄化処理中に負極側の電極の表面が電気腐食されるので、負極側の電極の表面に電解析出したスケールは、負極の材料とともに効率よく剥離除去され、被処理水の電気伝導率が所望の範囲で維持されるという効果がある。

40

【0033】

また、この発明によれば、正極側と負極側の電極の形状によって、負極側の電極の表面が電気腐食される速度が遅く、適宜な組み合わせを行うことにより負極側の電極の寿命を延ばすことができるという効果がある。例えば、正極側の電極の形状と負極側の電極の形状が板状同士よりも、正極側の電極の形状が板状で負極側の電極の形状が丸棒状の場合は、負極側の電極の寿命が2倍以上延びる。

【0034】

50

また、この発明によれば、正極側の電極が絶縁破壊され電極から剥離した二酸化チタンやチタン片、及び負極側の電極が電気腐食され電極から剥離したアルミ片が、これらの電極を覆っていたメッシュ状の保護袋で捕捉され、これらのものが装置底部に直接堆積して水の流れを阻害したり、排出装置の排出バルブを詰まらせる事態を防止することができるという効果がある。

【0035】

また、この発明によれば、負極側の電極の表面に付着生成したスケース成分が作業者の除去作業によることなくメンテフリーで除去されるので、保守管理費用が少なく済むという効果がある。

【0036】

また、この発明によれば、各電極に印加されている電圧の極性を所定時間毎に切り替えないため、電気制御が複雑にならず、装置の製作コストを低減させることができるという効果がある。

【0037】

また、この発明によれば、被処理水の電気伝導度が所定値より高くなった時に前記電極間を流れる電流が増加し、正極側の電極の表面に生成される陽極酸化被膜が強制的に絶縁破壊され、スケール成分を除去するのに必要な量の電流が、陽極酸化被膜の生成に抗して水中を流れ、水中のスケール成分が効率良く除去され、また、被処理水の電気伝導度が所定値より低くなった時に前記電極間を流れる電流が減少し、電極の消耗が抑制されるという効果がある。

【0038】

また、この発明によれば、被処理水の酸化還元電位が所定値より高くなった時に前記電極間を流れる電流が増加し、正極側の電極の表面に生成される陽極酸化被膜が強制的に絶縁破壊され、スケール成分を除去するのに必要な量の電流が、陽極酸化被膜の生成に抗して水中を流れ、水中のスケール成分が効率良く除去され、また、被処理水の酸化還元電位が所定値より低くなった時に前記電極間を流れる電流が減少し、電極の消耗が抑制されるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】図1はこの発明の一実施の形態に係るクーリングタワー冷却水浄化装置の説明図である。

【図2】図2は図1の浄化装置に使用されている電極ユニットの第一の例の説明図である。

【図3】図3は図1の浄化装置に使用されている電極ユニットの第二の例の説明図である。

【図4】図4は図1の浄化装置に使用されている電極ユニットの第三の例の説明図である。

【図5】図5は図1の浄化装置に使用されている電極ユニットの第四の例の説明図である。

【図6】図6は図1の浄化装置に使用されている電極ユニットの第五の例の説明図である。

【図7】図7は図1の浄化装置の制御機構の説明図である。

【図8】図8は図1の浄化装置を組み込んだ空調システムの説明図である。

【図9】図9は電極間に定電流を流した場合の電極間電圧(V)の経日変化を示すグラフである。

【図10】図10は電極間に定電流を流した場合の被処理水の導電率($\mu\text{S}/\text{cm}$)の経日変化を示すグラフである。

【図11】図11は電極間に定電流を流した場合の被処理水の酸化還元電位(mV)の経日変化を示すグラフである。

【図12】図12は電流密度(A/m^2)を変化させて電極間に電流を流した場合の被処

10

20

30

40

50

理水の導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) の変化を示すグラフである。

【図 1 3】図 1 3 は電流密度の違いによる電気伝導率 (COND) 減少率変化を示すグラフである。

【図 1 4】図 1 4 は負極側の電極の材質の違いによる電気伝導率の減少率推移を示すグラフである。

【図 1 5】図 1 5 は電極間に流す電流を増減させた場合の被処理水の導電率 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) の増減を示すグラフである。

【図 1 6】図 1 6 は電極間に流す電流を増減させた場合の被処理水の酸化還元電位 (mV) の増減を示すグラフである。

【図 1 7】図 1 7 は被処理水を介して電極間に電流を流した場合の電圧 (V) の推移を負極の形状別に示すグラフである。

【図 1 8】図 1 8 は空調システムの説明図である。

【符号の説明】

【0040】

10	浄化装置	
12	電解浄化槽	
14	電極ユニット	
16	直流電源装置	
18	底部	
20	給水ポンプ	20
22	給水口	
24	電極	
26	電極	
28	側部	
30	オーバーフロー仕切り	
32	流出口	
34	電気伝導度計	
36	フロートスイッチ	
38	警報装置	
40	警報ランプ	30
42	警報ブザー	
44	受けタンク	
46	流出配管	
48	戻しポンプ	
50	フロートスイッチ	
52	排出口	
54	排出装置	
56	排出バルブ	
58	開閉用タイマー	
60	濾過部	40

【発明を実施するための最良の形態】

【0041】

図 1 はこの発明の一実施の形態に係るクーリングタワー冷却水浄化装置の説明図、図 2 は図 1 の浄化装置に使用されている電極ユニットの第一の例の説明図、図 3 は図 1 の浄化装置に使用されている電極ユニットの第二の例の説明図、図 4 は図 1 の浄化装置に使用されている電極ユニットの第三の例の説明図、図 5 は図 1 の浄化装置に使用されている電極ユニットの第四の例の説明図、図 6 は図 1 の浄化装置に使用されている電極ユニットの第五の例の説明図、図 7 は図 1 の浄化装置の制御機構の説明図である。

【0042】

これらの図において、10 は浄化装置であり、浄化装置 10 は電解浄化槽 12 と、電解

浄化槽 1 2 の中に収容された電極ユニット 1 4 と、電極ユニット 1 4 に直流電流を供給する直流電源装置 1 6 とを備えている。

【 0 0 4 3 】

電解浄化槽 1 2 は箱状の容器からなり、電解浄化槽 1 2 の底部 1 8 で電解浄化槽 1 2 の側部に近い位置には後述するクーリングタワー 6 8 の受水槽 7 4 から給水ポンプ 2 0 を介して抜いた冷却水を受け入れる給水口 2 2 が設けられている。電解浄化槽 1 2 及び給水ポンプ 2 0 の大きさ（容量）はクーリングタワー 6 8 の大きさ（容量）に応じて設計されている。

【 0 0 4 4 】

電極ユニット 1 4 は正極側の電極 2 4 と負極側の電極 2 6 とを所定間隔をおいて交互に対向配置させたものからなる。電極ユニットの各電極 2 4 , 2 6 の形状は、図 2 に示す例ではそれぞれ板状となっているが、種々のものを採用することができる。例えば、図 3、図 4 に示すように、一方の極性の電極の形状を板状、他方の極性の電極の形状を棒状とし、棒状の電極を複数本列状に板状の電極に対向するように所定間隔をおいて対向配置させてもよいし、図 5、図 6 に示すように、いずれの極性の電極も複数本の列状の棒状体とし、各極性の電極を所定間隔をおいて平行に対向配置させてもよい。

10

【 0 0 4 5 】

正極側の電極 2 4 はチタンからなり、負極側の電極 2 6 はアルミニウム又はアルミニウム合金からなる。電極ユニット 1 4 の大きさは対象となるクーリングタワー 6 8 の大きさ（容量）に応じて設計される。

20

【 0 0 4 6 】

電極ユニット 1 4 の電極 2 4 は直流電源装置 1 6 の正極側の出力端子に接続され、電極 2 6 は直流電源装置 1 6 の負極側の出力端子に接続されている。直流電源装置 1 6 は正極側の電極 2 4 の単位面積（ 1 m^2 ）当たり 0 . 1 ~ 2 0 A 程度の電流を流すことができる直流安定化電源からなる。

【 0 0 4 7 】

電解浄化槽 1 2 の側部 2 8 と電極ユニット 1 4 との間で、給水口 2 2 の反対側になる場所には 2 枚の平行なオーバーフロー仕切り 3 0 が上下に若干ずれた状態で略垂直に所定間隔をおいて設置されている。電解浄化槽 1 2 の側部 2 8 で、オーバーフロー仕切り 3 0 が設けられている側の上位置には浄化された冷却水を流出させる流出口 3 2 が設けられている。

30

【 0 0 4 8 】

電解浄化槽 1 2 の側部 2 8 とオーバーフロー仕切り 3 0 との間で、流出口 3 2 の近くには、図 7 に示すように冷却水の電気伝導率を測定する電気伝導度計 3 4 が設置され、電気伝導度計 3 4 は警報装置 3 8 に接続され、冷却水の電気伝導率が所定値以上になった場合に警報ランプ 4 0 が点灯するか、警報ブザー 4 2 が鳴るようになっている。

【 0 0 4 9 】

電解浄化槽 1 2 の上部にはフロートスイッチ 3 6 が設置され、フロートスイッチ 3 6 は受けタンク 4 4 の濾過部 6 0 にスケールが蓄積し、それが処理水流れの抵抗となり電解浄化槽 1 2 からの排出を阻害した場合に警報ランプ 4 0 が点灯し、警報ブザー 4 2 が鳴る。

40

【 0 0 5 0 】

電解浄化槽 1 2 の下方には電解浄化槽 1 2 で浄化した循環冷却水を一時的に蓄える受けタンク 4 4 が設けられ、流出口 3 2 は流出配管 4 6 を介して受けタンク 4 4 につながっている。

【 0 0 5 1 】

受けタンク 4 4 の近傍には浄化した受けタンク 4 4 の冷却水をクーリングタワー 6 8 に戻す戻しポンプ 4 8 が設置され、受けタンク 4 4 の中には受け入れた冷却水が所定高さ以上になると戻しポンプ 4 8 を作動させて受けタンク 4 4 内の冷却水をクーリングタワー 6 8 に戻すフロートスイッチ 5 0 が設けられている。

【 0 0 5 2 】

50

電解浄化槽 1 2 の底部 1 8 の中央付近には剥離したスケールを排出させる排出口 5 2 が設けられ、電解浄化槽 1 2 の底部 1 8 は排出口 5 2 に向けて低くなるように傾斜し、その傾斜角 は 2 5 度 ~ 3 5 度の範囲にある。

【 0 0 5 3 】

電解浄化槽 1 2 の底部 1 8 の裏側で、排出口 5 2 が設けられている部位には排出装置 5 4 が下方に向けて設けられている。排出装置 5 4 は開閉装置である排出バルブ 5 6 を備え、排出バルブ 5 6 は排出用タイマー 5 8 によって開閉のタイミング及び時間が制御されている。

【 0 0 5 4 】

排出装置 5 4 の出側は別の配管に接続されることなく開放状態になっており、排出装置 5 4 の直下で受けタンク 4 4 の上には冷却水とともに排出されたスケールを分離する濾過部 6 0 が設けられている。

【 0 0 5 5 】

排出装置 5 4 の排出能力は、電解浄化槽 1 2 の底部 1 8 に溜まったスケールが水の勢いで排出されるように、電解浄化槽 1 2 に水が所定高さまで入れられていて排出バルブ 5 6 が全開状態になったときに排出される水の最大流量が 3 0 リットル / 分以上となるようになっている。

【 0 0 5 6 】

次に、このクーリングタワー冷却水浄化装置の動作について、図 7 及び図 8 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 7 】

まず、給水ポンプ 2 0 を作動させると、クーリングタワー 6 8 の受水槽 7 4 内の冷却水が吸い出され、この吸い出された冷却水が電解浄化槽 1 2 の給水口 2 2 から電解浄化槽 1 2 の内部に供給される。

【 0 0 5 8 】

供給された冷却水は電極ユニット 1 4 を浸漬し、オーバーフロー仕切り 3 0 を通り、流出口 3 2 から電解浄化槽 1 2 の外部に溢れ、受けタンク 4 4 に入る。

【 0 0 5 9 】

受けタンク 4 4 のフロートスイッチ 5 0 は所定の高さでスイッチが入るように設定しており、受けタンク 4 4 の冷却水の量が設定高さになるとフロートスイッチ 5 0 が入り、戻しポンプ 4 8 が作動し、受けタンク 4 4 に入った冷却水は戻しポンプ 4 8 によってクーリングタワー 6 8 の受水槽 7 4 に戻される。

【 0 0 6 0 】

電解浄化槽 1 2 内に冷却水が満たされた状態で直流電源装置 1 6 をオンにすると、電極 2 4 に正電圧が印加され、電極 2 6 に負電圧が印加され、水中に含まれているカルシウムイオン、マグネシウムイオン等の陽イオンや溶存シリカは電極 2 6 に引き寄せられ、電極 2 6 の表面で還元され、電極 2 6 の表面又は表面近傍にスケールとして析出し、冷却水中のこれらの陽イオンは次第に減少する。

【 0 0 6 1 】

ただし、印加電圧を一定にしておくこと、正電圧が印加されている電極 2 4 の表面は陽極酸化されて次第に陽極酸化皮膜が生成され、電流が流れ難くなり、上記スケール成分の除去も次第に低調になるので、電流値を上げることにより電極間の電圧を上げて陽極酸化皮膜を絶縁破壊させ、電極から陽極酸化皮膜を剥離させ、電流が流れ易くなるようにしてある。

【 0 0 6 2 】

そして、このような電気分解による水の浄化が継続すると、電極 2 6 の表面又は表面近傍にスケールとして析出し、電極 2 6 の表面に固着する。また、電極 2 6 が電気腐食を起こすことにより、アルミ片とスケールが電解浄化槽 1 2 の底部 1 8 に泥状の物質として次第に溜まってくる。

【 0 0 6 3 】

10

20

30

40

50

次に、排出用タイマー 5 8 に予め作動時間と保持時間が設定してあり、予め設定した作動時間が経過した後、排出用タイマー 5 8 により排出バルブ 5 6 が開かれ、電解浄化槽 1 2 内の水は底部 1 8 に堆積していたスケールとともに排出装置 5 4 を通って排出される。

【 0 0 6 4 】

排出された水中のスケールは濾過部 6 0 で濾過されて除かれ、水は受けタンク 4 4 に入る。予め設定した保持時間が経過すると排出バルブ 5 6 が閉じられ、電解浄化槽 1 2 内に再び水が溜まりだす。濾過部 6 0 に残されたスケールはある程度溜まった時点で順次搬出除去されることになる。

【 0 0 6 5 】

なお、電解浄化槽 1 2 の流出口の近くに設置されていた電気伝導度計 3 4 は冷却水の電気伝導率を常時計測しており、水の電気伝導率が設定値以上になった場合は、警報装置 3 8 が作動し、警報ランプ 4 0 が点灯し、警報ブザー 4 2 が鳴る。

10

【 0 0 6 6 】

電解浄化槽 1 2 の上部のフロートスイッチ 3 6 は、受けタンク 4 4 の濾過部 6 0 にスケールが蓄積しそれが処理水流れの抵抗となって水位が上がることを監視しており、抵抗以上になった場合水位が上昇しフロートスイッチ 3 6 が感知し警報ランプ 4 0 が点灯し、警報ブザー 4 2 が鳴る。

【実施例 1】

【 0 0 6 7 】

1 2 0 冷凍トンのクーリングタワーの水を循環経路中から抜き取り、これを本発明装置に通して浄化し、浄化後、循環経路中に戻した。

20

本発明装置の電極ユニット 1 4 としては、A, B 二つのタイプの電極ユニットを使用した。タイプ A の電極ユニットは、幅 3 0 0 mm × 高さ 6 0 0 mm × 厚さ 1 mm のチタン板とアルミニウム板を各 3 6 枚、計 7 2 枚を 1 2 . 5 mm ピッチで対向させたものである (図 2 参照) 。また、タイプ B の電極ユニットは、幅 3 0 0 mm × 高さ 6 0 0 mm × 厚さ 1 mm のチタン板と 1 5 mm × 6 0 0 mm × 3 本のアルミニウム丸棒を、一つのユニットとして計 3 6 ユニットで対向させたものである (図 3 参照) 。また、直流電源装置 1 6 は直流安定化電源装置を使用し、直流電源装置 1 6 から電極ユニット 1 4 へ 6 A の一定電流を供給した。電流密度は $1 \text{ A} / \text{m}^2$ となる。

【 0 0 6 8 】

30

タイプ A の電極ユニット 1 4 の電極間の電圧は、図 9 に示すように、0 . 5 V から次第に上昇し、3 . 5 V に達し、その後 2 . 2 V まで低下し、2 . 2 V と 3 . 2 V の間を繰り返し行き来した。これは、正極側の電極の表面に陽極酸化皮膜が次第に形成され、3 . 2 V で絶縁破壊が生じて電流が流れ易くなり、印加電圧が 2 . 2 V まで低下し、また次第に陽極酸化皮膜が形成され、2 . 2 V と 3 . 2 V の間で陽極酸化皮膜の生成と破壊が生じているものと思われる。これに対し、タイプ B の電極ユニット 1 4 の電極間の電圧は、図 9 に示すように、0 . 5 V から次第に上昇し、2 . 2 V に達し、その後は 1 . 8 V 前後で推移した。

【 0 0 6 9 】

このときの水の導電率は、タイプ A, B いずれの電極ユニット 1 4 の場合も、図 1 0 (a) , (b) に示すように、当初 $1 0 0 0 \mu \text{ S} / \text{cm}$ であったが、次第に低下し、 $7 0 0 \sim 8 2 0 \mu \text{ S} / \text{cm}$ で安定し、大差は見られなかった。また、酸化還元電位は、タイプ A, B いずれの電極ユニット 1 4 の場合も、図 1 1 (a) , (b) に示すように、当初 3 8 0 mV であったが、次第に低下し、- 6 0 mV で安定し、大差は見られなかった。なお、電解槽の底部には泥状の物質が沈積し、これを分析したところ、シリカ、カルシウム、マグネシウムを主成分としたものであった。

40

【実施例 2】

【 0 0 7 0 】

電極ユニットに流す電流の密度を $1 \text{ A} / \text{m}^2$ 、 $2 \text{ A} / \text{m}^2$ 、 $3 \text{ A} / \text{m}^2$ と、3 通りに変え、実施例 1 の約 3 5 分の 1 スケールの卓上実験で循環処理をしたところ、水の導電率は図 1 2 (a) , (b) に示す通りであった。この実験から、電流密度を大きくすると、水

50

の導電率をより低下させることがわかる。しかし、タイプA，Bいずれの電極ユニット14の場合も、水の導電率の低下に大差は見られなかった。

【0071】

更に、電極ユニットに流す電流の密度を1A/m²、4A/m²、10A/m²、20A/m²とし、実施例1の約35分の1スケールの卓上実験で循環処理をしたところ、水の導電率は図13(a)，(b)に示すように減少した。この実験から、電流密度が大きい程、水の電気伝導率(COND)の減少が早いことがわかる。しかし、タイプA，Bいずれの電極ユニット14の場合も、電気伝導率(COND)の減少に大差は見られなかった。

【実施例3】

【0072】

実施例1の条件で1週間連続稼働させたところ、電極の表面に固着するスケールは若干残るものの、強固に固着することはほとんどなく、剥離したスケールが電解槽の底部に良好に沈積した。また、タイプA，Bいずれの電極ユニット14の場合も、剥離したスケールの沈積に大差は見られなかった。

【0073】

この成分を化学分析しところ、表1の上欄に示すように正極の絶縁破壊されたチタン成分が約40%、電気腐食されたと思われる負極側のアルミニウム成分が約11%、残りは補足されたスケール由来成分であった。また、タイプA，Bいずれの電極ユニット14の場合も、スケールの成分に殆ど違いは見られなかった。

【0074】

【表1】

電極板の種類	元素名						
	Ti	Al	Ca	Cl	Si	Mg	その他酸化物
正極(Ti)／負極(Al)	40	11.2	3.3	2.2	1.5	0.8	40.6
正極(Ti)／負極(Ti)	57	不検出	3.8	2.0	1.2	0.1	35.9

【0075】

なお、負極側の電極が電気腐食される理由としては、電気分解により負極の近傍の水素イオン濃度(pH)が高くなり、負極自身がアルカリ腐食を起こしたと推測される。ちなみに負極に正極と同じチタン板を使用して実施例1と同様に得たスケールの成分を分析すると、表1の下欄に示すようにアルミニウム成分は検出されなかった。

【実施例4】

【0076】

電極26の材料をチタン板とした場合、アルミニウム板とした場合及びアルミニウム棒とした場合の電気伝導率とその減少率の推移を調べたところ、図14(a)，(b)に示す通りであった。図14(a)，(b)に示す結果から、電極26の材料をアルミニウムとした場合の方がチタンの場合より電気伝導率の減少が早く、浄化能力が高いことがわかる。

【実施例5】

【0077】

電流制御装置を用い、実施例1の条件下において、電気伝導度計34によって得られた電気伝導度の高低に応じて直流電源装置16から電極ユニット14に供給される電流の量

10

20

30

40

50

を増減させた。すなわち、電気伝導度が $1000\mu\text{S}/\text{cm}$ を超えた場合、電流を 100% 増加させ、電気伝導度が $700\mu\text{S}/\text{cm}$ 未満になった場合、電流を元の値に戻した。

【0078】

その結果、タイプAの電極ユニット14は、図15(a)に示すように、電流を 100% 増加させたとき、導電率は $980\mu\text{S}/\text{cm}$ が $670\mu\text{S}/\text{cm}$ となり、電流を元の値に戻したとき、導電率は $670\mu\text{S}/\text{cm}$ が $820\mu\text{S}/\text{cm}$ に増加した。これに対し、タイプBの電極ユニット14は、図15(b)に示すように、電流を 100% 増加させたとき、導電率は $980\mu\text{S}/\text{cm}$ が $670\mu\text{S}/\text{cm}$ となり、電流を元の値に戻したとき、導電率は $670\mu\text{S}/\text{cm}$ が $830\mu\text{S}/\text{cm}$ に増加した。

【0079】

この結果から、電極ユニット14に供給する電流を増減することにより、目的とする性能を制御できることがわかる。

【0080】

また、上記のようにすることにより水中のスケール成分が効率良く除去され、また、電気伝導度が許容範囲に入っている場合に無用な電流を流さなくて済むので、電力代が節約されるとともに、電極の無用な腐食・消耗が防止された。

【実施例6】

【0081】

実施例5と同様に、水の酸化還元電位を計測する酸化還元電位計と、電流制御装置を用い、酸化還元電位計によって得られた酸化還元電位の高低に応じて直流電源装置16から電極ユニット14に供給される電流の量を増加させた。すなわち、酸化還元電位が 200mV を超えた場合、電流を 100% 増加させた。

【0082】

その結果、タイプAの電極ユニット14の場合は、図16(a)に示すように、電流を 100% 増加させたとき、酸化還元電位は -58mV が -90mV となり、元の値に戻したとき、酸化還元電位は -55mV に減少した。また、タイプBの電極ユニット14の場合は、図16(b)に示すように、電流を 100% 増加させたとき、酸化還元電位は -58mV が -96mV となり、元の値に戻したとき、酸化還元電位は -48mV に減少した。

【0083】

これらの結果から、電極ユニット14に供給する電流を増減することにより、目的とする性能を制御できることがわかる。

【0084】

また、上記のようにすることにより水中のスケール成分が効率良く除去され、また、酸化還元電位が許容範囲に入っている場合に無用な電流を流さなくて済むので、電力代が節約されるとともに、電極の無用な腐食が防止された。

【実施例7】

【0085】

負極側の電極の形状を板状としたタイプAの電極ユニット14を使用した場合と、負極側の電極の形状を棒状としたタイプBの電極ユニット14を使用した場合の被処理水の電圧の変化と負極の耐久性を調べる実験を行った。

【0086】

ここで、タイプAの電極ユニット14は、幅 300mm ×高さ 600mm ×厚さ 1mm のチタン板(正極)とアルミニウム板(負極)を各36枚、計72枚を 12.5mm ピッチで対向させたものを使用した。また、タイプBの電極ユニット14は、幅 300mm ×高さ 600mm ×厚さ 1mm のチタン板(正極)と 15mm × 600mm ×3本のアルミニウム丸棒(負極)を、一つのユニットとして計36ユニットで対向させたものを使用した。

【0087】

図17に示すように、負極側の電極がアルミニウム板の場合、次第に電圧が高く推移し

10

20

30

40

50

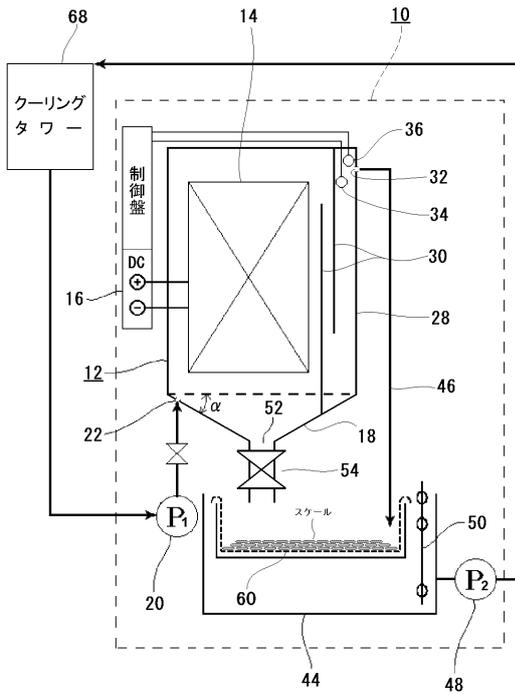
、電気抵抗が大きくなり、電気腐食が激しく、板面全体の層状剥離が生じた。その結果、外見上剥離片が多量に発生し、かなりの消耗が認められた。これに対し、負極側の電極が丸棒の場合は、電圧推移が30日間殆ど変化せず、18~22Vで推移した。板状と同様に層状剥離はあるが、底部から徐々に起こるため安定して電圧推移したと思われる。外見上、消耗は少なくその後も安定して使用できた。

【産業上の利用可能性】

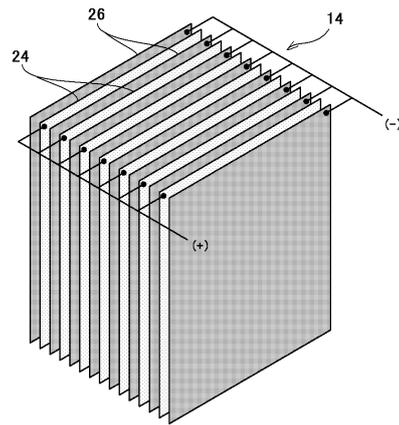
【0088】

この発明はクーリングタワーの水の浄化のみならず、チラー用の循環水、冷温水器用の循環水、ボイラーの補給水、ヒートポンプ式給湯器の補給水、電気温水器の補給水、ガス石油給湯の補給水、射出成型機等の金型冷却用の水、加湿器、誘導加熱炉等の電気加熱システムに使用される水、純水製造装置に供給される水(原水)、24時間風呂の水、プールの水、人工池の水等の浄化にも適用できる。

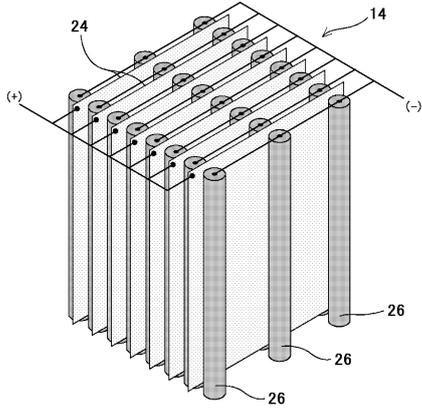
【図1】



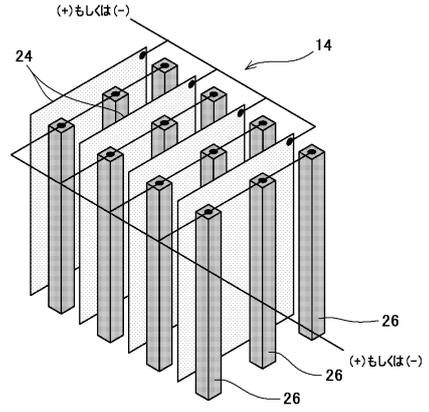
【図2】



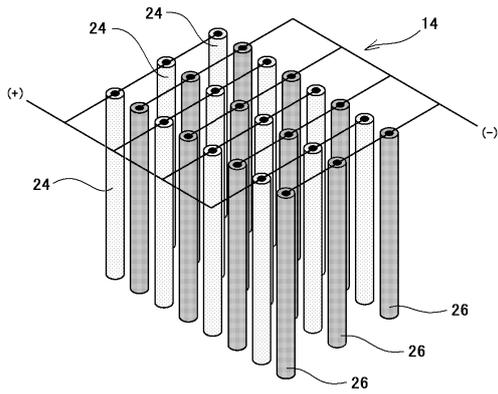
【図3】



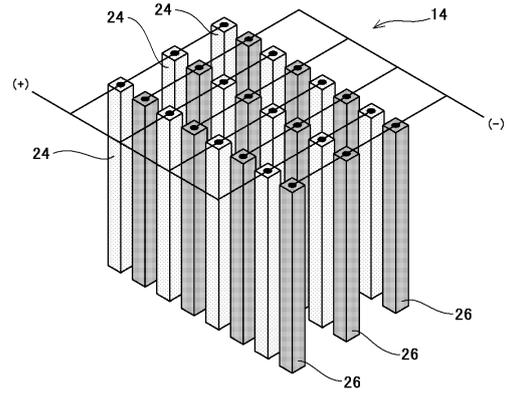
【図4】



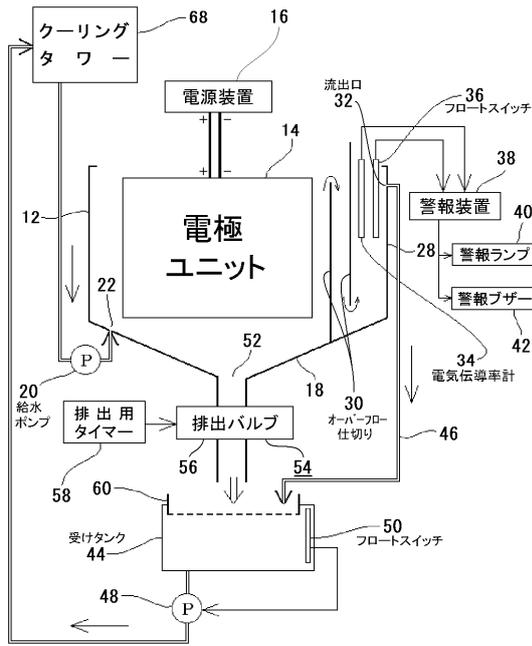
【図5】



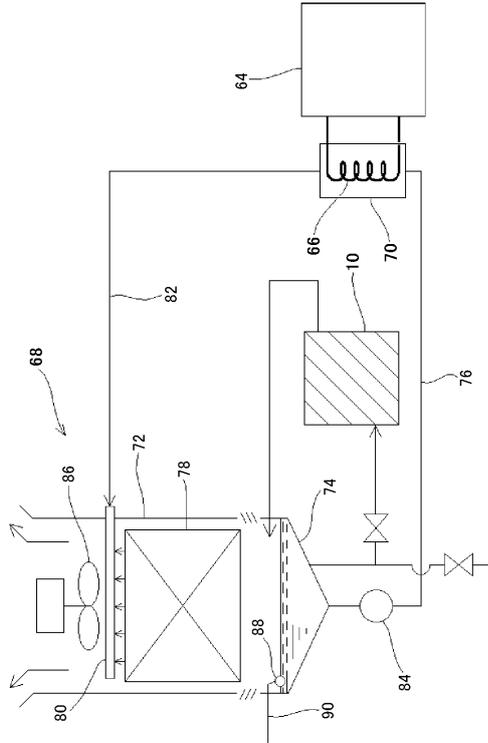
【図6】



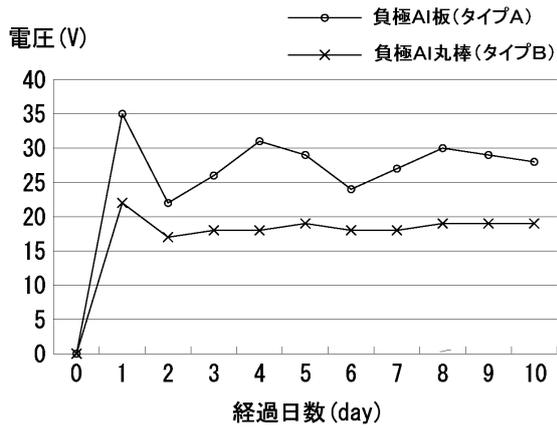
【図7】



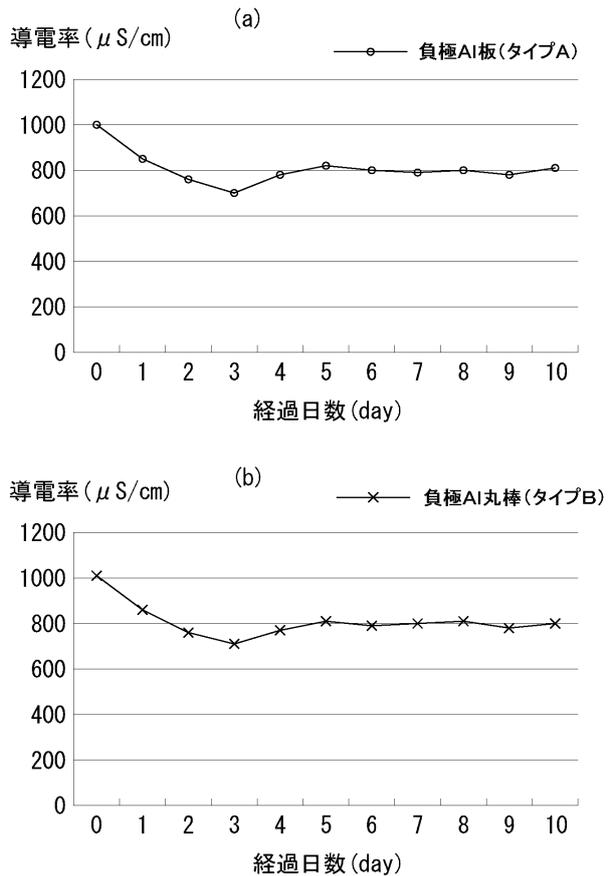
【図8】



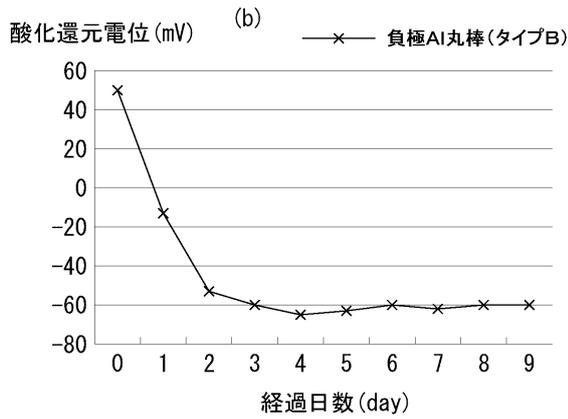
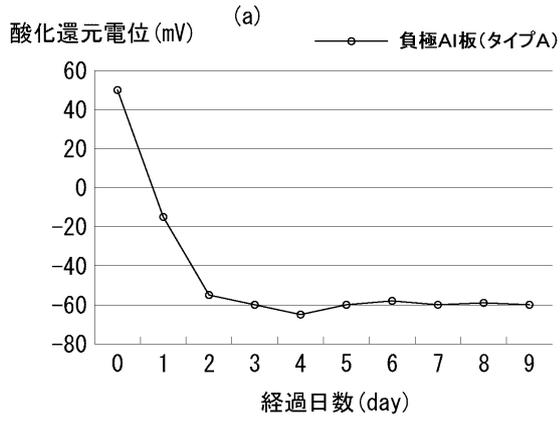
【図9】



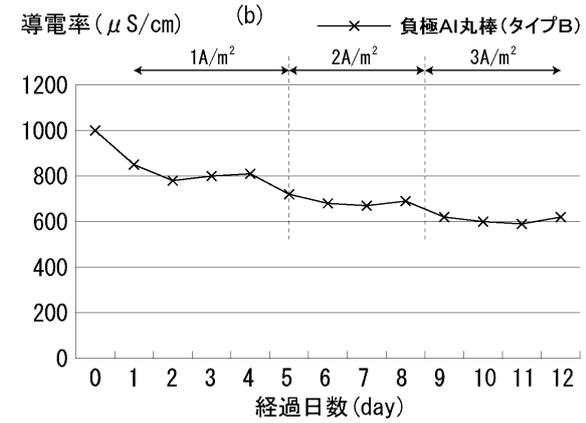
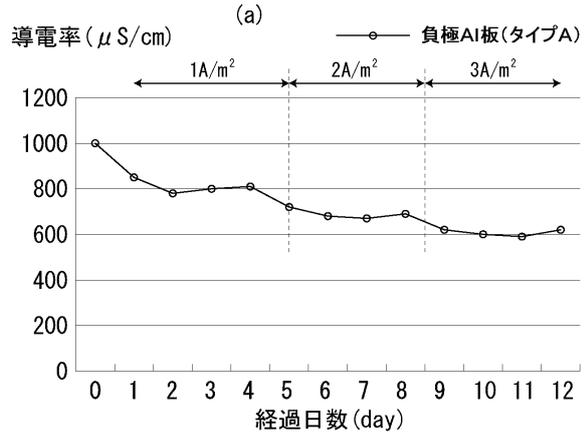
【図10】



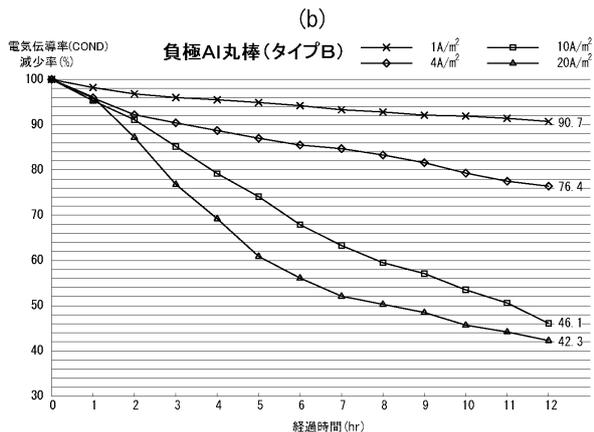
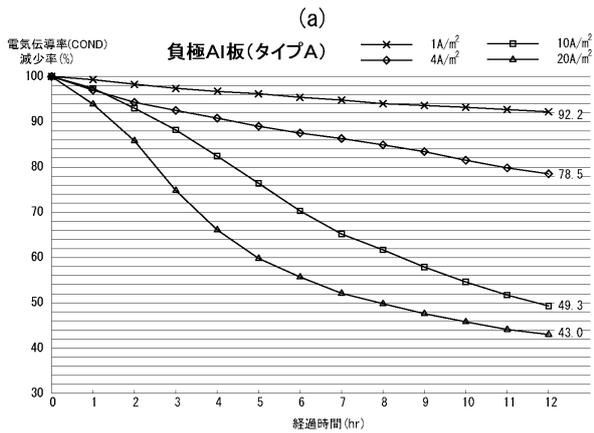
【図11】



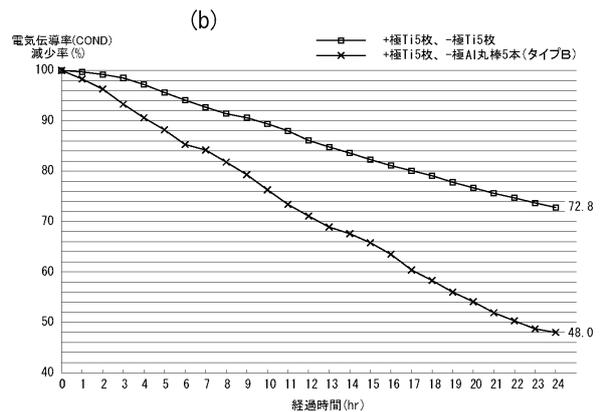
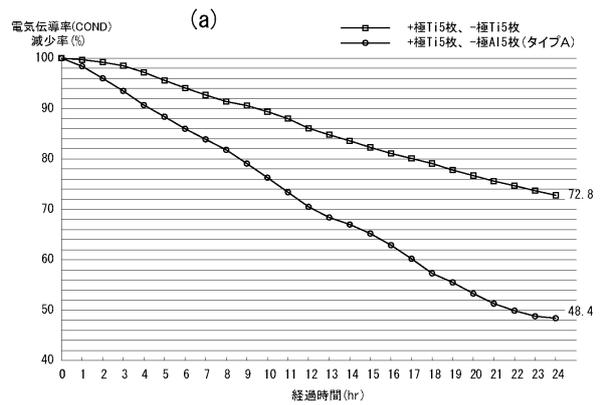
【図12】



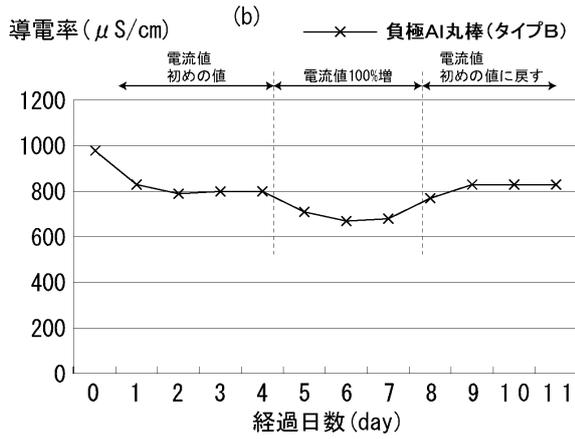
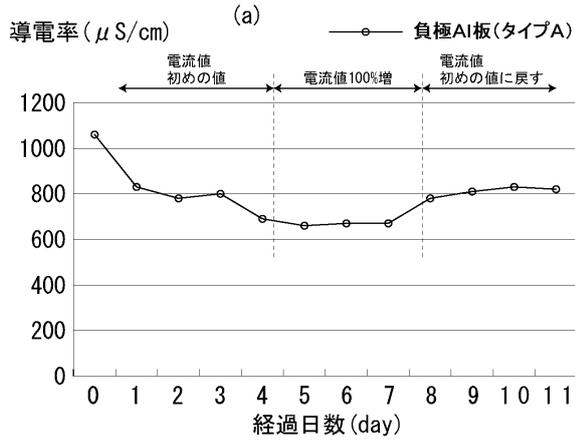
【図13】



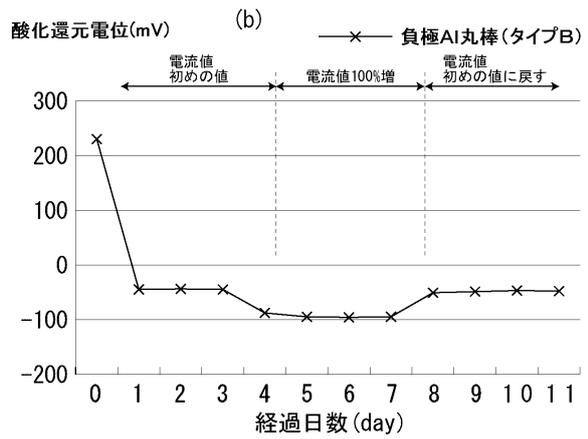
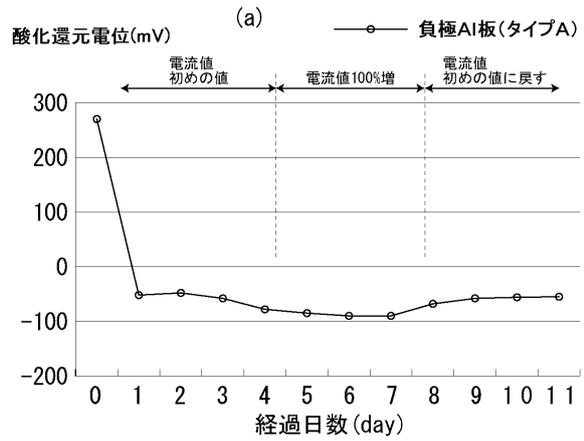
【図14】



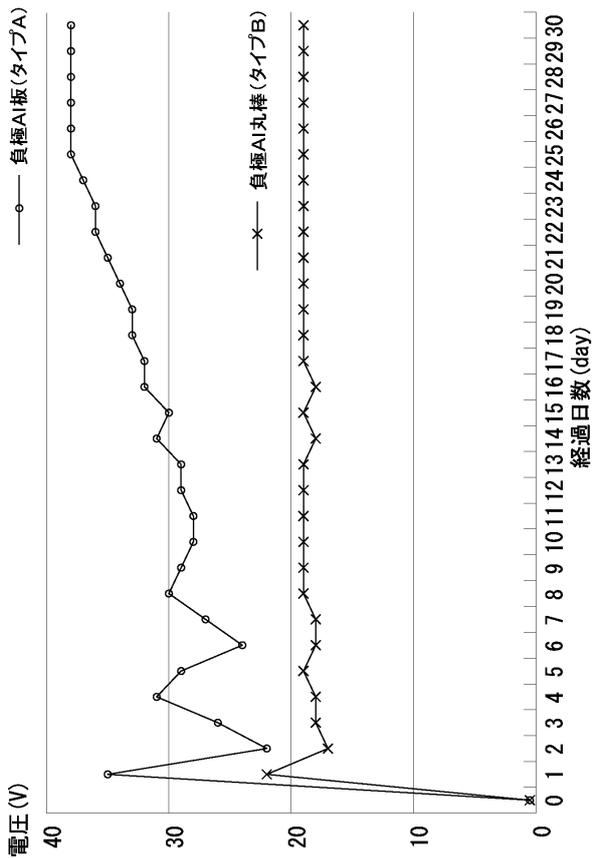
【図15】



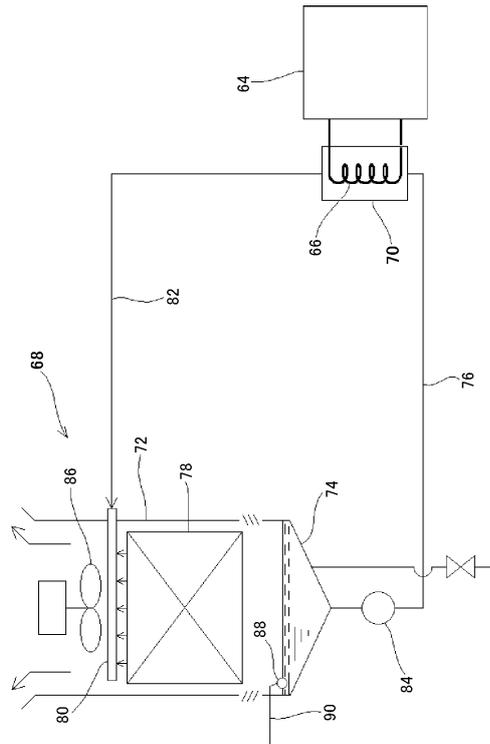
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-027275(JP,A)
特開2003-275761(JP,A)
特開平04-244291(JP,A)
特開2006-061844(JP,A)
特開2005-152864(JP,A)
特開平07-088476(JP,A)
特開2005-013966(JP,A)
特開2006-098003(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F 1/461

C02F 5/00