



- (51) 国際特許分類:
C02F 1/461 (2006.01) C02F 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/007781
- (22) 国際出願日: 2005年4月25日 (25.04.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2005-074243 2005年3月16日 (16.03.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社コガネイ (KOGANEI CORPORATION) [JP/JP];
〒1010032 東京都千代田区岩本町3丁目8番16号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田口 良幸

(TAGUCHI, Yoshiyuki) [JP/JP]; 〒1010032 東京都千代田区岩本町3丁目8番16号 株式会社コガネイ内 Tokyo (JP). 仲野 崇行 (NAKANO, Takayuki) [JP/JP]; 〒1010032 東京都千代田区岩本町3丁目8番16号 株式会社コガネイ内 Tokyo (JP). 加藤 正人 (KATO, Masato) [JP/JP]; 〒1010032 東京都千代田区岩本町3丁目8番16号 株式会社コガネイ内 Tokyo (JP).

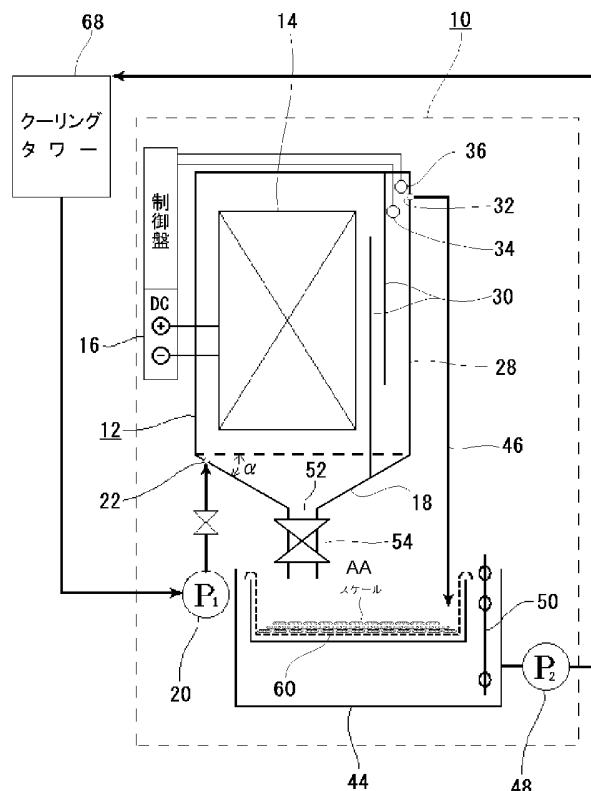
(74) 代理人: 窪田 法明 (KUBOTA, Noriaki); 〒1410022 東京都品川区東五反田1丁目2番19号 東建島津山南ハイツ804号室 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC,

/ 続葉有 /

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CLEANING CIRCULATION WATER

(54) 発明の名称: 循環水の浄化方法とその装置



68...COOLING TOWER
16...CONTROL BOARD
AA...SCALE

(57) Abstract: A method and apparatus for cleaning circulation water in which troublesome cleaning work of cleaning off scale in an electrolytic cleaner by removing an electrode plate therefrom is not required and the maintenance/management cost is reduced as much as possible. In the method for cleaning circulation water by feeding circulation water to be cleaned between opposing electrode plates, applying a DC voltage between the electrode plates, and depositing metal ions in the circulation water electrolytically on the negative electrode plate, titanium plates are employed as the electrode plates and a desired amount of current is fed while causing dielectric breakdown of an anode oxide coating forcibly by elevating the voltage applied to the anode oxide coating formed on the surface of the positive electrode plate.

(57) 要約: 電解浄化槽から電極板を取り外して電解浄化槽内のスケールの清掃除去をするというような面倒な清掃作業のない、できるだけ維持管理にコストのかからない、循環水の浄化方法とその装置を提供する。対向する電極板間に浄化処理すべき循環水を流し、該電極板間に直流電圧を印加し、循環水中の金属イオンを負極側の電極板に電解析出させて該循環水を浄化させる循環水の浄化方法において、該電極板としてチタン板を使用し、該電極板のうちの正極側の電極板の表面に生成される陽極酸化被膜に印加する電圧を高めて該陽極酸化被膜を強制的に絶縁破壊させながら、所望量の電流を流す。



SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が⁸可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

規則4.17に規定する申立て:

— 発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

循環水の浄化方法とその装置

技術分野

- [0001] この発明はオフィスや工場等の設備用冷却水や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用の水の中のスケール成分を電氣的に除去する循環水の浄化装置に関するものである。

背景技術

- [0002] 図9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、圧縮された冷媒ガスを冷却水により冷媒液に冷却する凝縮器66と、冷媒液が膨張弁を介して減圧されて流入する蒸発器(図示せず)とを有している。
- [0003] 凝縮器66内を流れる冷媒を冷却するために凝縮器66は冷却槽70内に設けられている。冷却槽70に冷却水を循環供給するためのクーリングタワー68は、筒形の塔本体72とこの下部に設けられる受水槽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、受水槽74内の循環水は冷却槽70に送られるようになっている。
- [0004] 塔本体72内には循環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。この充填体78に循環水を噴霧するために、塔本体72にはスプレーノズル80が取り付けられており、このスプレーノズル80は冷却槽70に戻し配管82により接続され、冷却槽70内の循環水は供給配管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。
- [0005] スプレーノズル80から充填体78に噴霧された循環水は充填体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循環水路が形成されることになり、循環ポンプ84の駆動により循環水路内を水が流れることになる。
- [0006] 塔本体72内には送風機86が設けられ、この送風機86によって塔本体72内には、その下部から流入した後に充填体78内の通路を循環水に対して逆流する空気流れ

が形成される。これにより、循環水は空気と直接接触して熱交換されるとともに、循環水の蒸発潜熱によって冷却される。循環水の蒸発によって減少した循環水を補充するために、塔本体72にはフロート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。

- [0007] ところで、クーリングタワー68は上記のように水の蒸発潜熱を利用して冷却用の循環水を冷却しているために、循環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の循環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および溶存シリカなどの金属イオンが含まれている。しかも、蒸発により減少した循環水には水道水や地下水が絶えず補充されている。
- [0008] このため、循環水に含まれている金属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 $100\sim 200\ \mu\text{S}/\text{cm}$ が、数日から1週間で $1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 以上に上昇する。そして、この金属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、循環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う問題を生じていた。
- [0009] また、循環水中には藻類やレジオネラ菌等の雑菌が大量に繁殖し、この循環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、循環水に水道水や地下水を加えて金属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循環水の費用が嵩み、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、循環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、薬剤は定期的に循環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。
- [0012] しかも、循環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循環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。

[0014] そこで、これらの問題を解消するために、循環水を電気分解して循環水中の金属イオンを電氣的に除去するようにした浄化装置が、特開2001-259690、特開平4-18982、特開昭61-181591、特開昭58-35400、特開2001-137891、特開平9-103797、特開2001-137858、特開平9-38668、特開平11-114335等において種々提案されている。

[0015] そして、そのような浄化装置として、例えば、電解浄化槽内に電極板を対向させた電極板ユニットを入れ、この電解浄化槽内に上記循環水を導き、各電極板に正負の電圧を印加し、循環水中に含まれている金属イオンを負極側の電極板の表面にスケールとして析出させ、循環水から金属イオンを除去させるタイプの浄化装置が提案されている。

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

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

[0016] しかし、このタイプの浄化装置は、長期間運転していると負極側の電極板の表面に

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、循環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板を浄化装置から取り外し、この電極板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。

[0017] この問題に対しては、負極側の電極板と正極側の電極板の極性を自動で定期的に逆転させて負極側の電極板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、電極板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、循環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負極側の電極板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。

[0018] また、このタイプの浄化装置は、電極板としてPt等の高価な貴金属材料を使用したり、Al、SUS、Fe等、すぐに消耗する材料を使用しているので、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。

[0019] この発明は、電解浄化槽から電極板を取り外して電解浄化槽内のスケールの清掃除去をするというような面倒な清掃作業のない、できるだけ維持管理にコストのかからない、循環水の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

[0020] この発明に係る循環水の浄化方法は、対向する電極板間に浄化処理すべき循環水を流し、該電極板間に電圧を印加し、循環水中の金属イオンを負極側の電極板に電解析出させて該循環水を浄化させるものである。

[0021] ここで、該電極板としてはチタン板を使用する。また、該電極板のうちの正極側の電極板の表面に生成される陽極酸化被膜に印加する電圧を高めて該陽極酸化被膜を強制的に絶縁破壊させながら、所望量の電流を流すようにしている。

[0022] また、前記電極板間に印加する電圧の極性は所定時間毎に切り替えるようにしてもよい。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、前記電極板間に流す電流は、正極側の電極板の単位面積(1m^2)当たり $0.1\sim 20\text{A}$ が好ましい。電流が $0.1\text{A}/\text{m}^2$ 未満では循環水を十分に浄化できず、 $20\text{A}/\text{m}^2$ を超えると電極板が早く腐食して使えなくなるからである。

[0023] また、前記循環水の電気伝導度が所定の値より高い場合は前記電極板間を流れる電流を増加させ、前記循環水の電気伝導度が所定の値より低い場合は前記電極板間を流れる電流を減少させるようにしてもよい。前記循環水の電気伝導度の前記所定の値は $500\sim 1000\mu\text{S}/\text{cm}$ が好ましい。

[0024] また、前記循環水の酸化還元電位が所定の値より高い場合は前記電極板間を流れる電流を増加させ、前記循環水の酸化還元電位が所定の値より低い場合は前記電極板間を流れる電流を減少させるようにしてもよい。前記循環水の酸化還元電位の前記所定の値は $+100\sim -100\text{mV}$ が好ましい。

[0025] また、この発明に係る循環水の浄化装置は、浄化処理すべき循環水を受け入れて排出する浄化槽と、該浄化槽内に設置されている1又は2以上の第一電極板と、該浄化槽内に該第一電極板と所定間隔をおいて設置されている1又は2以上の第二電極板と、該第一電極板と該第二電極板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。

[0026] ここで、該第一電極板及び該第二電極板はいずれもチタン板からなり、該直流電源装置は該第一電極板又は該第二電極板の表面に生成される陽極酸化被膜を絶縁破壊によって剥離・除去させる電圧を出力する直流電源装置からなる。

[0027] また、この循環水の浄化装置は、前記直流電源装置から前記該第一電極板及び前記第二電極板に印加されている電圧の極性を所定時間毎に切り替える極性切替装置を更に備えていてもよい。

[0028] また、この循環水の浄化装置は、前記直流電源装置として定電流電源装置を使用してもよい。定電流電源装置は前記第一電極板と前記第二電極板の間に正極となるいずれか一方の電極板の単位面積(1m^2)当たり $0.1\sim 20\text{A}$ の定電流を流す能力を備えているものが好ましい。

[0029] また、この循環水の浄化装置は、前記循環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の値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板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の値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板間を流れる電流を減少させる電流制御装置を備えていてもよい。

[0030] ここで、前記循環水の電気伝導度の前記所定の値として $500\sim 1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ を採用するのが好ましい。

[0031] また、この循環水の浄化装置は、前記循環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の値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板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の値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板間を流れる電流を減少させる電流制御装置を備えていてもよい。

[0032] ここで、前記循環水の酸化還元電位の前記所定の値としては $+100\sim -100\text{mV}$ 、より望ましくは $-50\sim 0\text{mV}$ を採用するのが好ましい。

発明の効果

[0033] この発明によれば、正極側の電極板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循環水中を流れるので、循環水中のスケール成分が効率良く除去され、循環水が所望の電気伝導度の範囲で維持されるという効果がある。

[0034] また、この発明によれば、電極板に印加されている電圧の極性を所定時間毎に切り替える極性切替装置を備えている場合、電極板の表面に付着生成したスケール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。

[0035] また、この発明によれば、電極板に印加されている電圧の極性を所定時間毎に切り替える場合、対向する電極板の一方の側だけを消耗させることなく、対向する両方の電極板を同じように消耗させるので、高価なチタン板を有効に使用することができるといふ効果がある。

[0036] また、この発明によれば、循環水の電気伝導度が所定の値より高くなった時に前記電極板間を流れる電流を増加させると、正極側の電極板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循環水中を流れ、循環水中のスケール成分が効率良く除去され、また、循環水の電気伝導度が所定の値より低くなった時に前記電極板間を流れる電流を減少させると、電極板の消耗が抑制されるという効果がある。

[0037] また、この発明によれば、前記循環水の酸化還元電位が所定の値より高くなった時に前記電極板間を流れる電流を増加させると、正極側の電極板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循環水中を流れ、循環水中のスケール成分が効率良く除去され、また、循環水の酸化還元電位が所定の値より低くなった時に前記電極板間を流れる電流を減少させると、電極板の消耗が抑制されるという効果がある。

発明を実施するための最良の形態

[0038] 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循環水の浄化装置の説明図、図2は図1の浄化装置に使用されている電極板ユニットの説明図である。

[0039] 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12の中に収容された電極板ユニット14と、電極板ユニット14に直流電流を供給する直流電源装置16とを備えている。

[0040] 電解浄化槽12は箱状の容器からなり、電解浄化槽12の底部18で電解浄化槽12の側部に近い位置には後述するクーリングタワー68の受水槽74から給水ポンプ20を介して抜いた循環水を受け入れる給水口22が設けられている。電解浄化槽12及び給水ポンプ20の大きさ(容量)はクーリングタワー68の大きさ(容量)に応じて作られている。

[0041] 電極板ユニット14は複数枚の第一電極板24と複数枚の第二電極板26とからなり、第一電極板24と第二電極板26は所定間隔をおいて交互に平行に配置されている。電極板ユニット14の大きさは対象となるクーリングタワーの大きさ(容量)に応じて作られる。

- [0042] 電極板ユニット14の第一電極板24は直流電源装置16の正極側の出力端子に接続され、第二電極板26は直流電源装置16の負極側の出力端子に接続されている。直流電源装置16は第一電極板24の単位面積[m²]当たり0.1～20A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。
- [0043] 電解浄化槽12の側部28と電極板ユニット14との間で、給水口22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30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12の側部28で、オーバーフロー仕切り30が設けられている側の上位置には浄化された循環水を流出させる流出口32が設けられている。
- [0044] 電解浄化槽12の側部28とオーバーフロー仕切り30との間で、流出口32の近くには循環水の電気伝導度を測定する電気伝導度計34が設置され、電気伝導度計34は警報装置38に接続され、循環水の電気伝導度が所定値以上になった場合に警報ランプ40が点灯するか警報ブザー42が鳴るようになっている。
- [0045] 電解浄化槽12の上部にはフロートスイッチ36が設置され、フロートスイッチ36は受けタンク44の濾過部60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12からの排出を阻害した場合に警報ランプ40が点灯し、警報ブザー42が鳴る。
- [0046] 電解浄化槽12の下方には電解浄化槽12で浄化した循環水を一時的に蓄える受けタンク44が設けられ、流出口32は流出配管46を介して受けタンク44につながっている。
- [0047] 受けタンク44の近傍には浄化した受けタンク44の循環水をクーリングタワー68に戻す戻しポンプ48が設置され、受けタンク44の中には受け入れた循環水が所定高さ以上になると戻しポンプ48を作動させて受けタンク44内の循環水をクーリングタワー68に戻すフロートスイッチ50が設けられている。
- [0048] 電解浄化槽12の底部18の中央付近には剥離したスケールを排出させる排出口52が設けられ、電解浄化槽12の底部18は排出口52に向けて低くなるように傾斜し、その傾斜角は25度～35度の範囲にある。
- [0049] 電解浄化槽12の底部18の裏側で、排出口52が設けられている部位には排出装

置54が下方に向けて設けられている。排出装置54は開閉装置である排出バルブ56を備え、排出バルブ56は排出用タイマー58によって開閉のタイミング及び時間が制御されている。

- [0050] 排出装置54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54の直下で受けタンク44の上には循環水とともに排出されたスケールを分離する濾過部60が設けられている。
- [0051] 排出装置54の排出能力は、電解浄化槽12に水が所定高さまで入れられていて排出バルブ56が全開状態になったときに排出される水の最大流量が30リットル／分以上となるようになっている。
- [0052] 次に、このクーリングタワー循環水の浄化装置の動作について、図3及び図4を参照しながら説明する。ここで、図3は図1の浄化装置を組み込んだ空調システムの説明図、図4はこの発明の一実施の形態に係るクーリングタワー循環水の浄化装置の制御機構の説明図である。
- [0053] まず、給水ポンプ20を作動させると、クーリングタワー68の受水槽74内の循環水が吸い出され、この吸い出された循環水が電解浄化槽12の給水口22から電解浄化槽12の内部に供給される。
- [0054] 供給された循環水は電極板ユニット14を浸漬し、オーバーフロー仕切り30を通り、流出口32から電解浄化槽12の外部に溢れ、受けタンク44に入る。
- [0055] 受けタンク44のフロートスイッチ50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44の循環水の量が設定高さになるとフロートスイッチ50が入り、戻しポンプ48が作動し、受けタンク44に入った循環水は戻しポンプ48によってクーリングタワー68の受水槽74に戻される。
- [0056] 電解浄化槽12内に循環水が満たされた状態で直流電源装置16をオンにすると、第一電極板24に正電圧が印加され、第二電極板26に負電圧が印加され、循環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および溶存シリカなどの金属イオンは第二電極板26に引き寄せられ、第二電極板26の表面で還元され、第二電極板26の表面又は表面近傍にスケールとして析出し、循環水中のこれらの陽イオンは次第に減少する。

- [0057] ここで、直流電源装置16として直流定電流電源装置が用いられており、第一電極板24と第二電極板26の間に一定の電流を流すと、正極側になっている第一電極板24の表面に陽極酸化皮膜が生成され、第一電極板24の表面の抵抗値が上昇する。抵抗値が上昇すると第一電極板24の表面の陽極酸化皮膜に加えられる電圧はその抵抗値に比例して上昇し、第一電極板24の表面の陽極酸化皮膜は絶縁破壊され、この陽極酸化皮膜は第一電極板24から剥離され、第一電極板24の表面の抵抗値は低下する。
- [0058] そして、このような電気分解による循環水の浄化が継続すると、第二電極板26の表面又は表面近傍にスケールとして析出し、電解浄化槽12の底部18に泥状の物質として次第に溜まってくる。
- [0059] 次に、排出用タイマー58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58により排出バルブ56が開かれ、電解浄化槽12内の循環水は底部18に堆積していたスケールとともに排出装置54を通して排出される。
- [0060] 排出された循環水中のスケールは濾過部60で濾過されて除かれ、循環水は受けタンク44に入る。予め設定した保持時間が経過すると排出バルブ56が閉じられ、電解浄化槽12内に再び循環水が溜まりだす。濾過部60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。
- [0061] なお、電解浄化槽12の流出口の近くに設置されていた電気伝導度計34は循環水の電気伝導度を常時計測しており、循環水の電気伝導度が設定値以上になった場合は、警報装置38が作動し、警報ランプ40が点灯し、警報ブザー42が鳴る。
- [0062] 電解浄化槽12の上部のフロートスイッチ36は、受けタンク44の濾過部60にスケールが蓄積しそれが処理水流れの抵抗となることを監視しており、抵抗が所定値以上になった場合、水位が上昇しフロートスイッチ36が感知し警報ランプ40が点灯し、警報ブザー42が鳴る。

実施例 1

- [0063] 120冷凍トンのクーリングタワーの循環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。

- [0064] 本発明装置の電極板ユニット14としては、幅300mm×高さ600mm×厚さ1mmのチタン板72枚を、各36枚、24mmピッチで対向させたものを使用した。また、直流電源装置16は直流定電流電源装置を使用し、直流電源装置16から電極板ユニット14へは6Aの一定電流を供給した。
- [0065] 直流定電流電源装置により電極板間に一定の電流が流されているので、図5に示すように、電極板間の電圧は、当初は0.5Vであるが、正極側の電極板表面に陽極酸化皮膜が生成され、その抵抗値が上昇することにより、徐々に上昇し、18V程度に達する。この電圧まで上昇するとこの陽極酸化皮膜が絶縁破壊されて剥離し、抵抗値が下がり、電極板間の電圧も15V程度まで低下する。電極板間の抵抗値はこれ以上下がることはなく、再び陽極酸化皮膜が生成され始め、陽極酸化皮膜の生成と破壊・剥離が繰り返される。
- [0066] このときの循環水の導電率は、図6に示すように、当初1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ であったが、次第に低下し、700～850 $\mu\text{S}/\text{cm}$ で安定した。また、酸化還元電位も、図6に示すように、当初470mVであったが、次第に低下し、-60mVで安定した。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、マグネシウム及び絶縁破壊された酸化チタンを主成分としたものであった。

実施例 2

- [0067] 電極板ユニットに流す電流の密度を0.7mA/ m^2 , 1.4mA/ m^2 , 2.1mA/ m^2 と、3通りに変え、実施例1と同様の実験をしたところ、循環水の導電率は図7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、循環水の導電率をより短期間で低下させることがわかる。

実施例 3

- [0068] 実施例1の条件で1週間連続稼働させた後、正負の極性を逆転させて運転させたところ、約6時間で正極(前は負極であった)の表面に固着していたスケールは剥離し、電解槽の底部に沈積した。
- [0069] その後、この状態で1週間連続稼働させたところ、当初の稼働の場合と同じように負極の表面にスケールが固着した。しかし、そのまま継続すると負極にスケールが固着したままになり、スケールの回収作業が困難になったり、電解抵抗でスケール固着効

率が低下することが予測された。そのため、正負の極性を1週間ずつ交互に切り替えて運転したところ、それまで負極に固着したスケールが効率良く剥離し、絶縁破壊によって剥離した陽極酸化皮膜とともに電解浄化槽12の底部に沈積した。このように正負の極性反転を繰り返すことにより、負極に固着したスケールを剥離し効率良く回収できた。また、負極を常にスケールが固着せず電解効率が低下しない状態に保つことができた。

実施例 4

[0070] 定電流電源装置を用い、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から電極板ユニット14に供給される電流値を増減させた。すなわち、電気伝導度が $1000 \mu\text{S}/\text{cm}$ を超えた場合、電流を約2倍に増加させ、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。その結果、図8に示すように約2倍に増加させたときは $1040 \mu\text{S}/\text{cm}$ が $690 \mu\text{S}/\text{cm}$ となり、電流を元の値に戻したときは $690 \mu\text{S}/\text{cm}$ が $810 \mu\text{S}/\text{cm}$ に増加した。この結果から、電極板ユニット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。

[0071] すなわち、循環水中のスケール成分が効率良く除去された。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、電極板の無用な腐食・消耗が防止された。

実施例 5

[0072] 実施例4. と同様に、循環水の酸化還元電位を計測する酸化還元電位計と、定電流電源装置を用い、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電極板ユニット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。その結果、図8に示すように100%増加させたときは 280mV が -60mV に減少した。この結果から、電極板ユニット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。

[0073] すなわち、循環水中のスケール成分が効率良く除去された。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、電極板の無用な腐食が防止された。

[0074] なお、上記実施例では直流電源装置として直流定電流電源装置を用いたが、直流電源装置として直流定電圧電源装置を用いても良い。この場合は、図示していない電流計により電極板間に流れる電流値を監視し、電流値が所定の値以下になった場合は電源電圧を高い値に変更する。電源電圧を高い値に変更すると電極板の表面の陽極酸化皮膜は絶縁破壊されて剥離し、電極板間の抵抗値が低下する。電極板間の抵抗値が低下すると、所定値の電流が流れるようになるので、この時に電源装置の電圧を元の電圧に戻す。電源装置の電圧を元の電圧に戻すことにより、電極間に電流が流れ過ぎず、電極板が早く腐食してしまうことが防止される。

産業上の利用可能性

[0075] この発明はクーリングタワーの循環水の浄化のみならず、24時間風呂の循環水、プールの循環水、人工池の循環水等の浄化にも適用できる。

図面の簡単な説明

[0076] [図1]この発明の一実施の形態に係るクーリングタワー循環水の浄化装置の説明図である。

[図2]図1の浄化装置に使用されている電極板ユニットの説明図である。

[図3]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4]この発明の一実施の形態に係るクーリングタワー循環水の浄化装置の制御機構の説明図である。

[図5]電極板間に印加された電圧、電気伝導度及び酸化還元電位との関係を示すグラフである。

[図6]電圧の増減による電気伝導度と酸化還元電位の推移を示すグラフである。

[図7]電流密度(A/m^2)の大小と電気伝導度($\mu S/cm$)の減少率との関係を示すグラフである。

[図8]電流の増減による電気伝導度と酸化還元電位の推移を示すグラフである。

[図9]空調システムの説明図である。

符号の説明

[0077] 10 浄化装置

12 電解浄化槽

- 14 電極板ユニット
- 16 直流電源装置
- 18 底部
- 20 給水ポンプ
- 22 給水口
- 24 第一電極板
- 26 第二電極板
- 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
- 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

請求の範囲

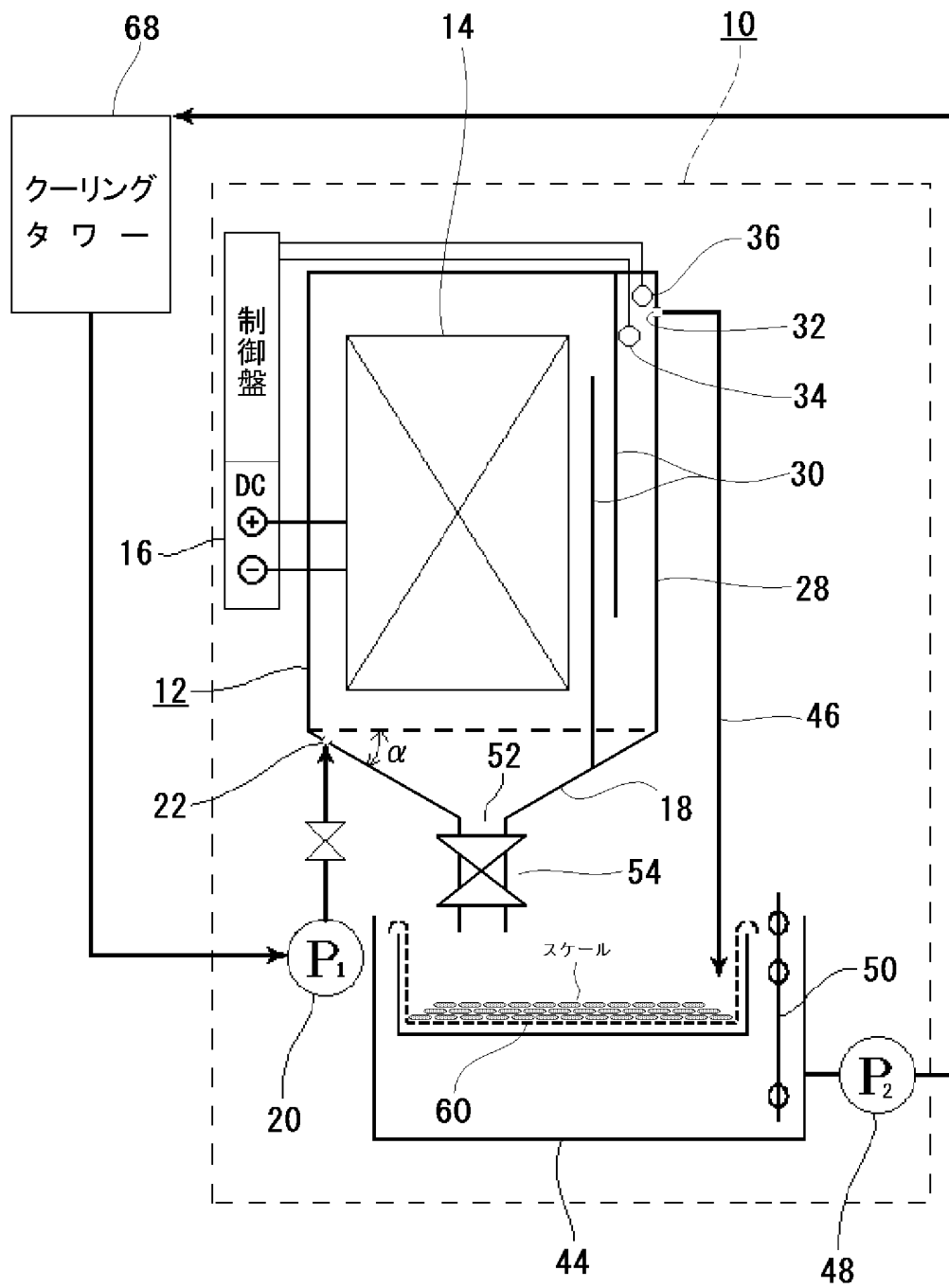
- [1] 対向する電極板間に浄化処理すべき循環水を流し、該電極板間に直流電圧を印加し、循環水中の金属イオンを負極側の電極板に電解析出させて該循環水を浄化させる循環水の浄化方法において、該電極板としてチタン板を使用し、該電極板のうちの正極側の電極板の表面に生成される陽極酸化被膜に印加する電圧を高めて該陽極酸化被膜を強制的に絶縁破壊させながら、所望量の電流を流すようにしたことを特徴とする循環水の浄化方法。
- [2] 前記電極板間に印加する電圧の極性を所定時間毎に切り替えるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の循環水の浄化方法。
- [3] 前記電極板間に流す電流を定電流としたことを特徴とする請求項1又は2に記載の循環水の浄化方法。
- [4] 前記電極板間に流す電流が、正極側の電極板の単位面積(1m^2)当たり0.1～20Aであることを特徴とする請求項3に記載の循環水の浄化方法。
- [5] 前記電極板間に印加する電圧を一定とし、該電極板間を流れる電流の値が所定値を下回った場合は、前記電極板間に印加する電圧を上げ、該電極板間を流れる電流の値が所定値以上になった場合は、前記電極板間に印加する電圧を元に戻すことを特徴とする請求項1又は2に記載の循環水の浄化方法。
- [6] 前記循環水の電気伝導度が所定の値より高い場合は前記電極板間を流れる電流を増加させ、前記循環水の電気伝導度が所定の値より低い場合は前記電極板間を流れる電流を減少させるようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の循環水の浄化方法。
- [7] 前記循環水の電気伝導度の前記所定の値が $500\sim 1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ であることを特徴とする請求項6に記載の循環水の浄化方法。
- [8] 前記循環水の酸化還元電位が所定の値の範囲外の場合は前記電極板間を流れる電流を増加させ、前記循環水の酸化還元電位が所定の値の範囲内の場合は前記電極板間を流れる電流を減少させるようにしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の循環水の浄化方法。
- [9] 前記循環水の酸化還元電位の前記所定の値が $+100\sim -100\text{mV}$ であることを特

徴とする請求項8に記載の循環水の浄化方法。

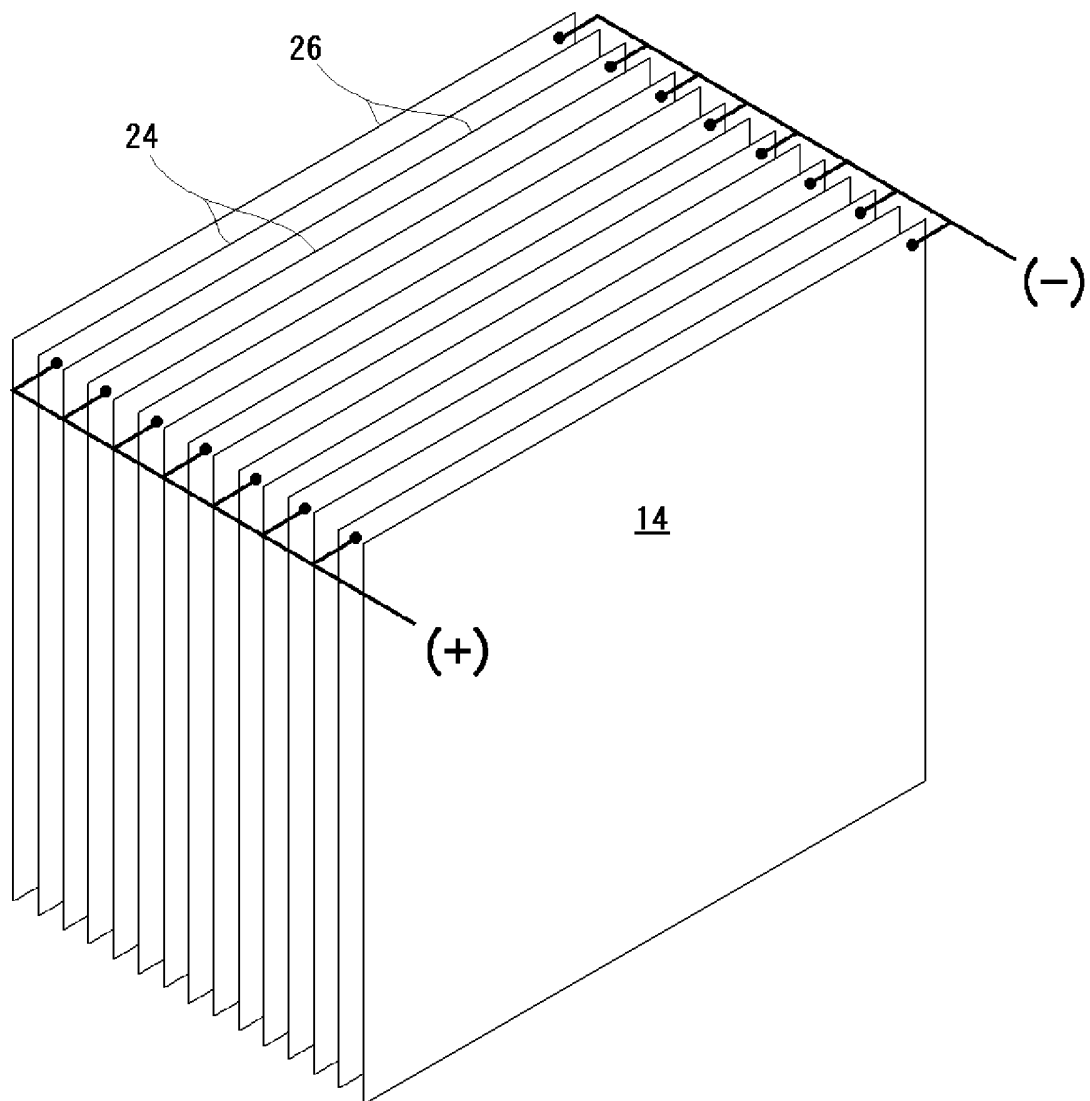
- [10] 浄化処理すべき循環水を受け入れて排出する浄化槽と、該浄化槽内に設置されている1又は2以上の第一電極板と、該浄化槽内に該第一電極板と所定間隔をおいて設置されている1又は2以上の第二電極板と、該第一電極板と該第二電極板の間に直流電圧を印加する直流電源装置とを備え、該第一電極板及び該第二電極板はいずれもチタン板からなり、該直流電源装置は該第一電極板又は該第二電極板の表面に生成される陽極酸化被膜を絶縁破壊によって剥離・除去させる電圧を出力する直流安定化電源であることを特徴とする循環水の浄化装置。
- [11] 前記直流電源装置から前記該第一電極板及び前記第二電極板に印加されている電圧の極性を所定時間毎に切り替える極性切替装置を備えていることを特徴とする請求項10に記載の循環水の浄化装置。
- [12] 前記直流電源装置が、前記第一電極板と前記第二電極板の間に正極となるいずれか一方の電極板の単位面積(1m^2)当たり0.1～20Aの定電流を流す定電流電源装置であることを特徴とする請求項10又は11に記載の循環水の浄化装置。
- [13] 前記直流電源装置が直流定電圧電源装置からなり、電極板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の値が所定の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の値が所定の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ることを特徴とする請求項10又は11に記載の循環水の浄化装置。
- [14] 前記循環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の値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板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の値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板間を流れる電流を減少させる電流制御装置を備えていることを特徴とする請求項10又は11に記載の循環水の浄化装置。
- [15] 前記循環水の電気伝導度の前記所定の値が $500\sim 1000\ \mu\text{S}/\text{cm}$ であることを特徴とする請求項14に記載の循環水の浄化装置。

- [16] 前記循環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の値の範囲外の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板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の値の範囲内の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板間を流れる電流を減少させる電流制御装置を備えていることを特徴とする請求項10又は11に記載の循環水の浄化装置。
- [17] 前記循環水の酸化還元電位の前記所定の値が $+100 \sim -100\text{mV}$ であることを特徴とする請求項16に記載の循環水の浄化装置。

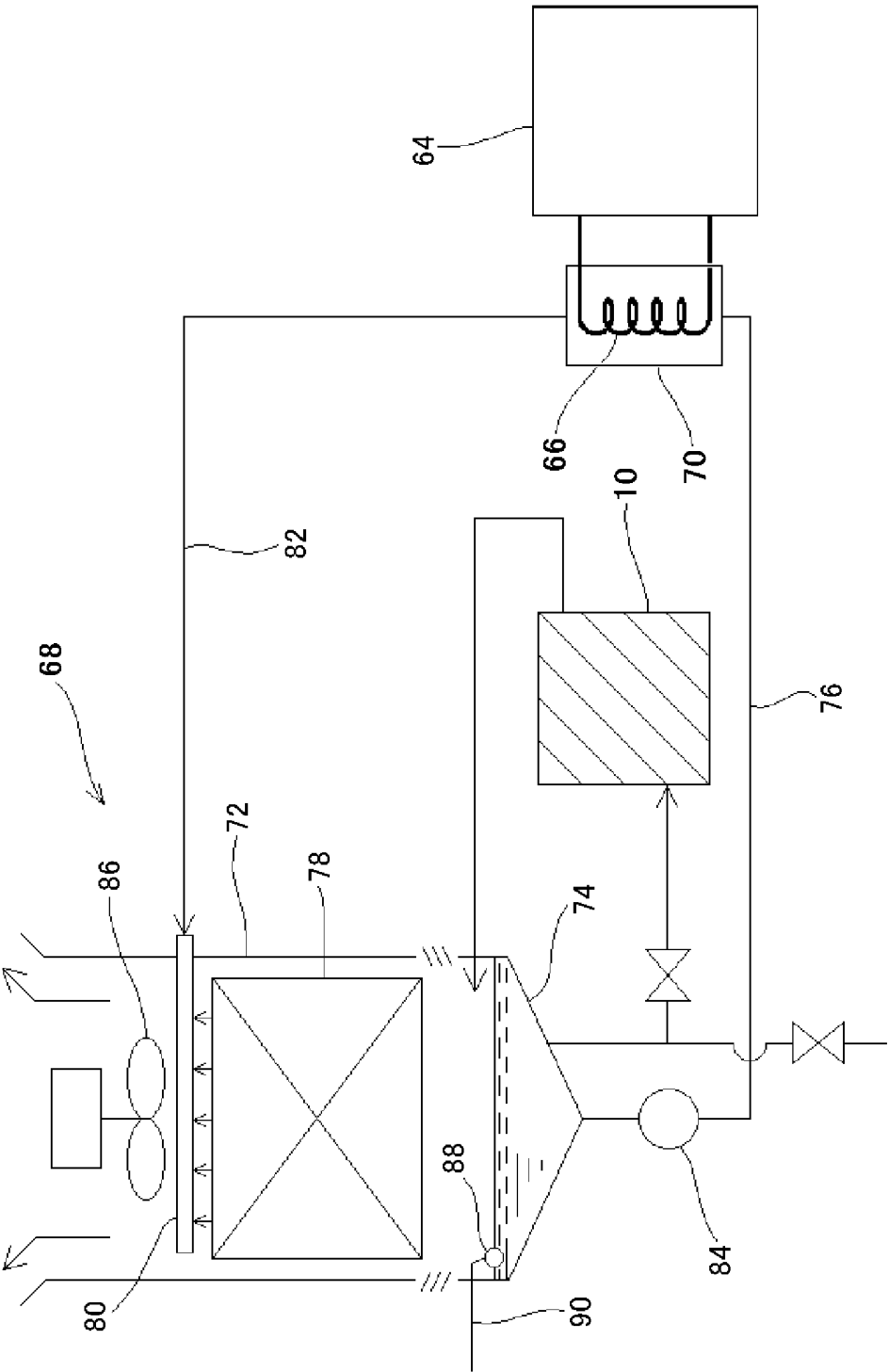
[図1]



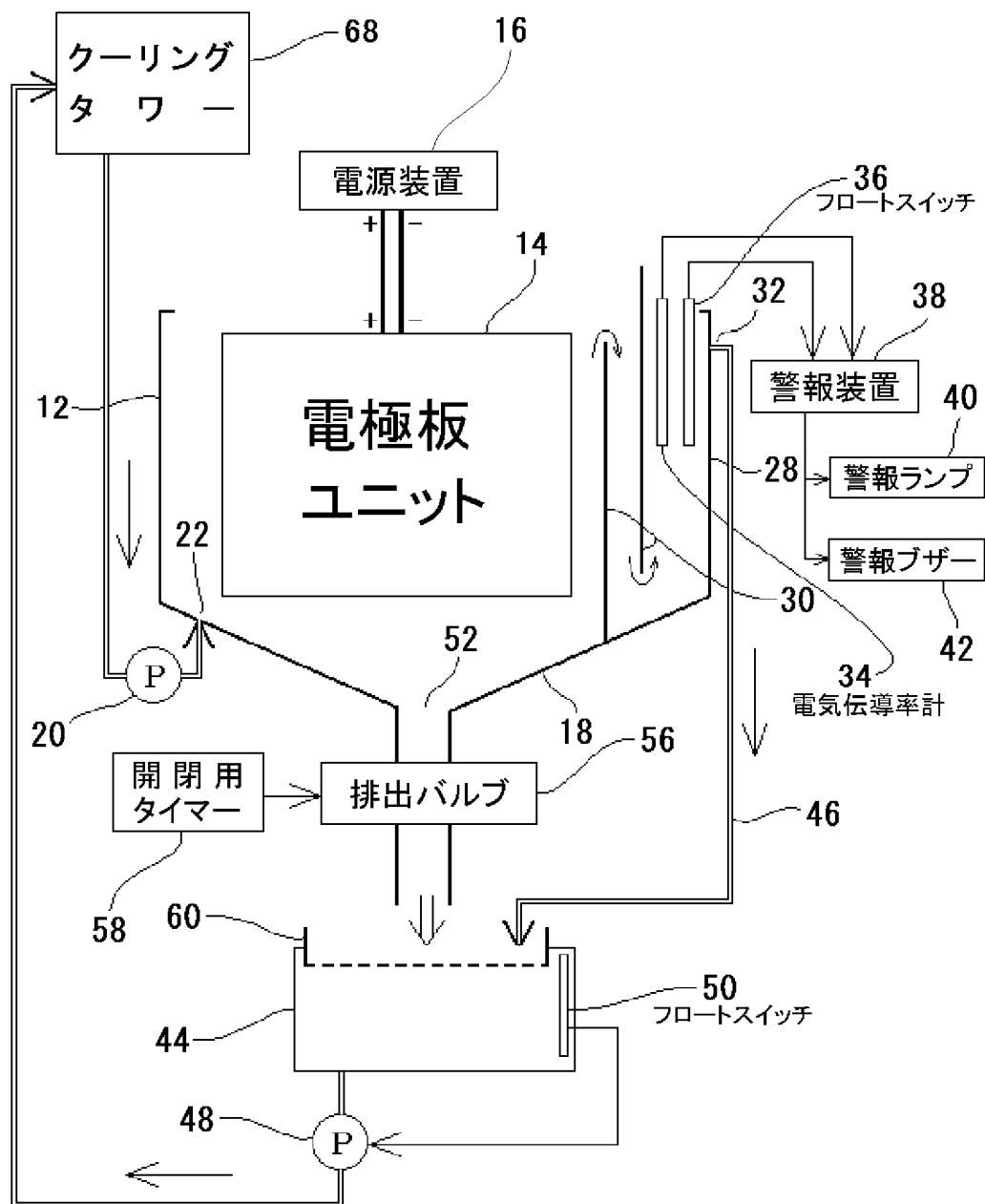
[図2]



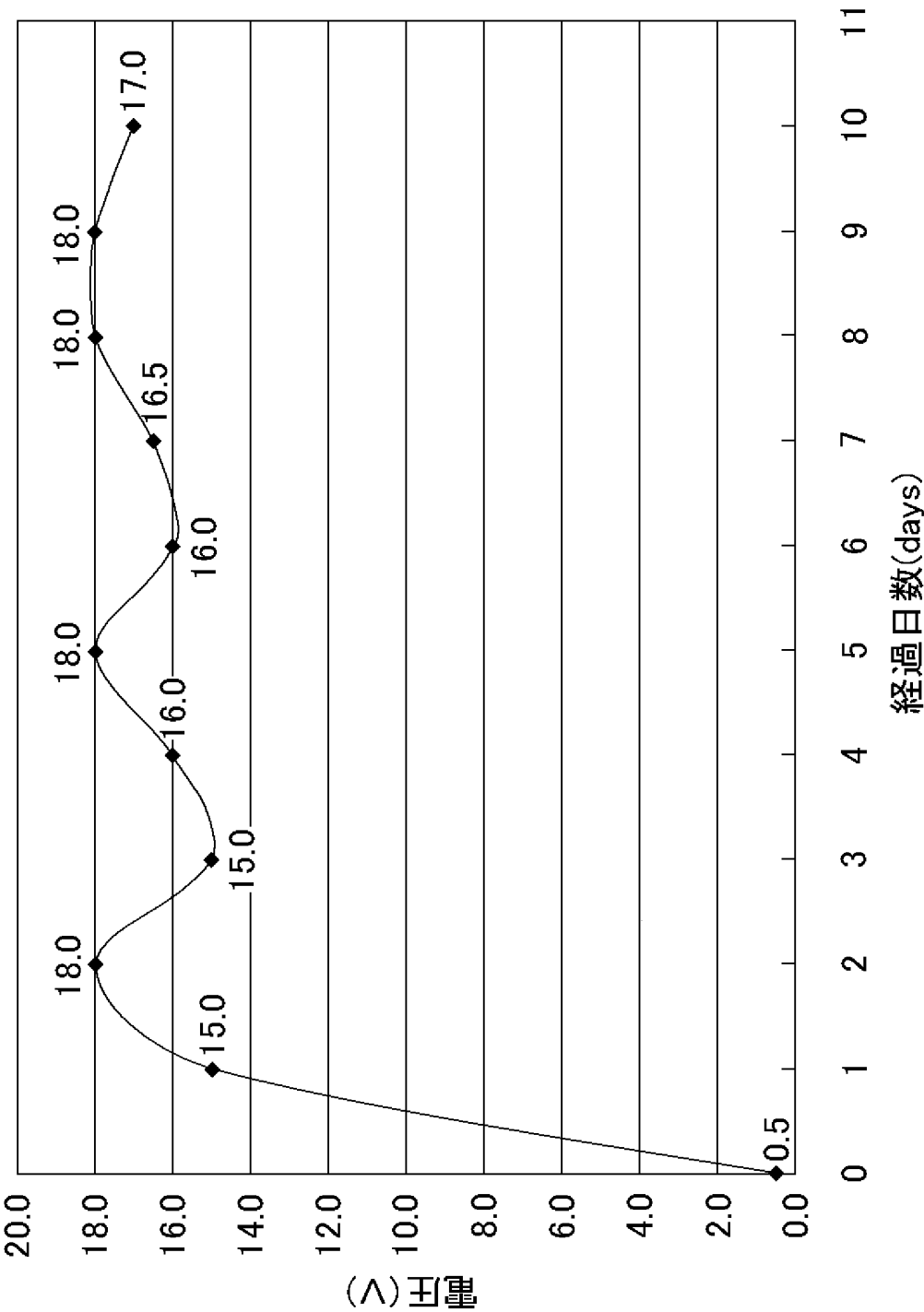
[図3]



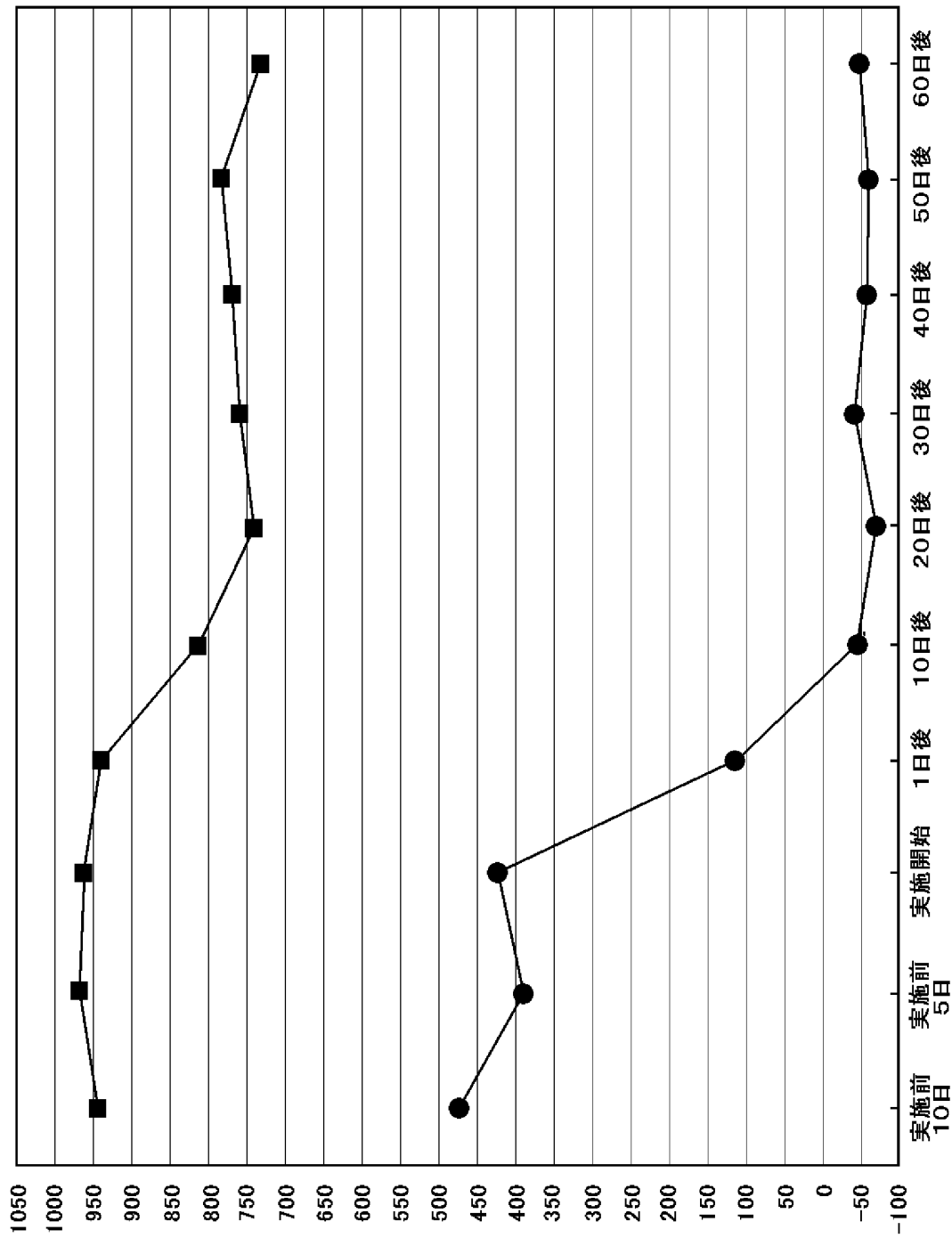
[図4]



[図5]

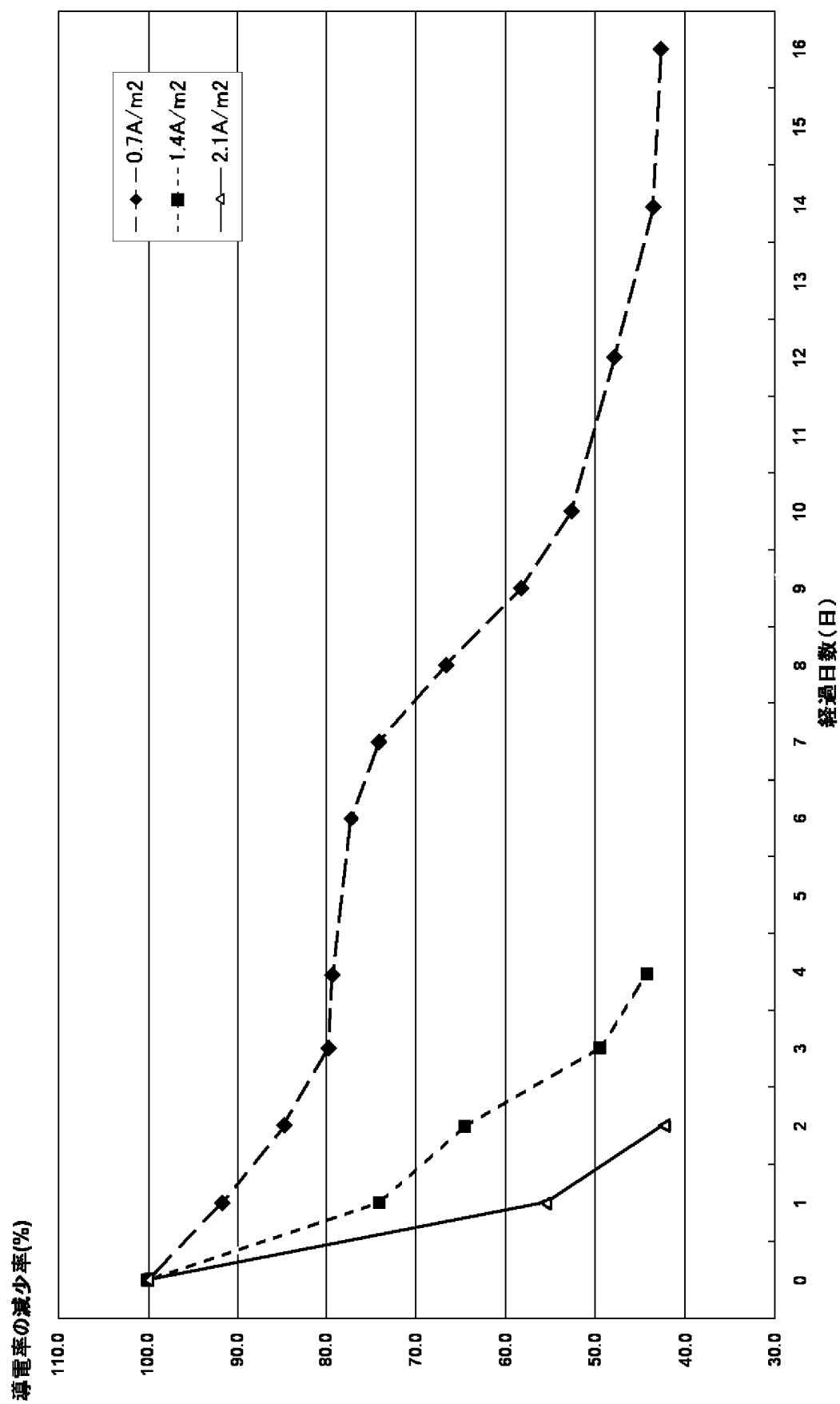


[図6]

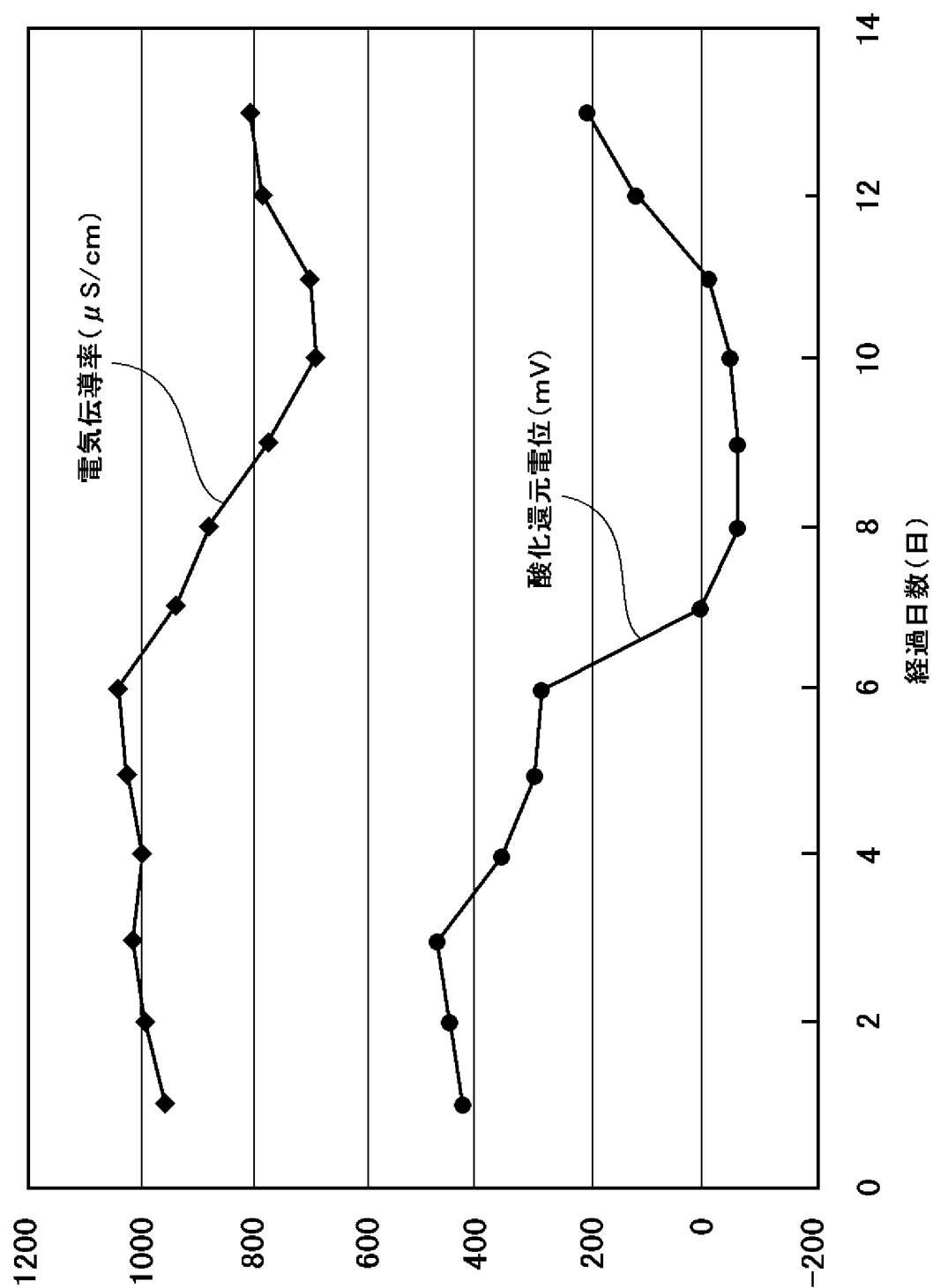


[図7]

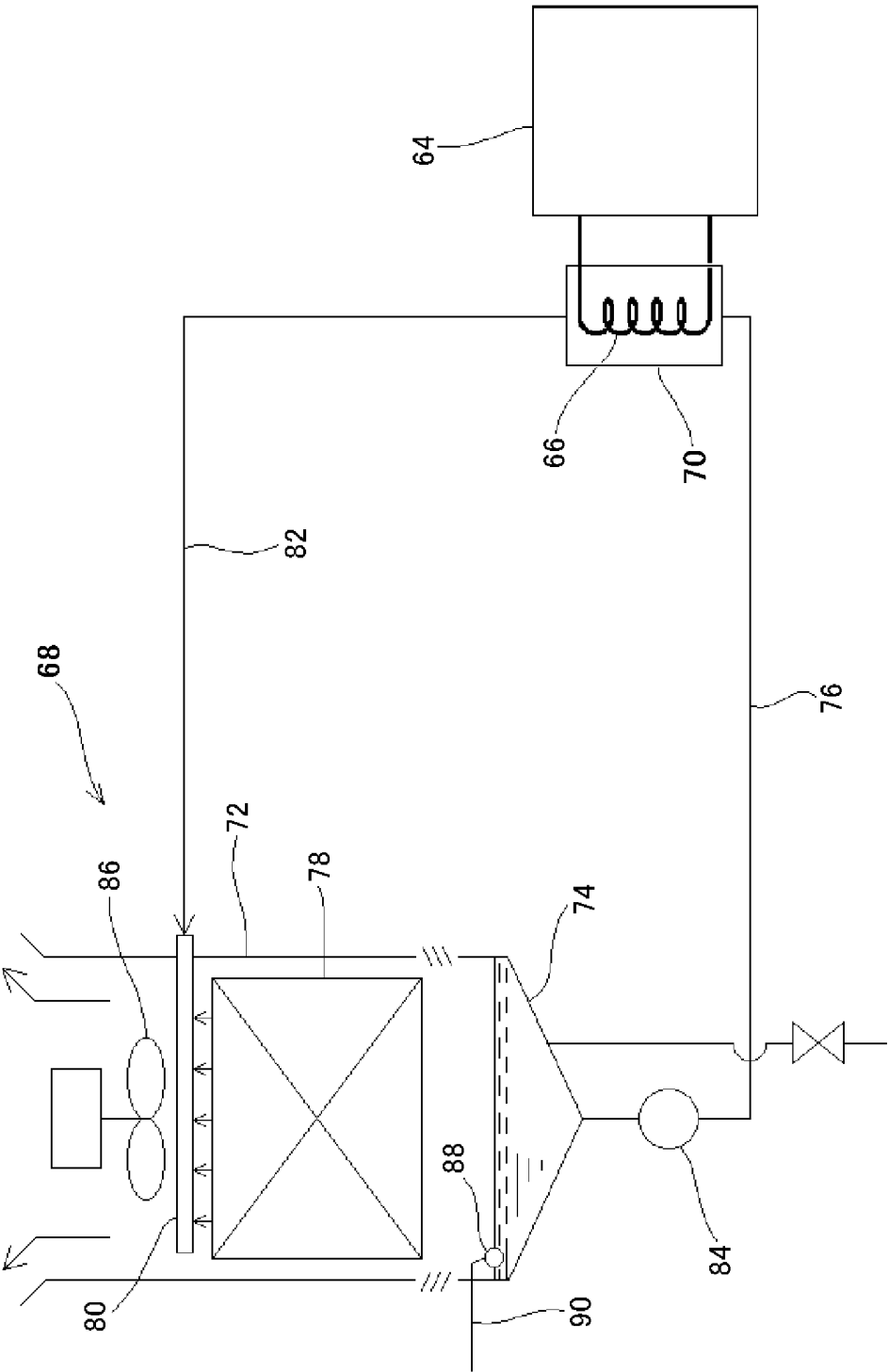
電流密度差による導電率低減の経時変化



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007781

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C02F1/461, 5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C02F1/46-1/48, 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-200170 A (Ken'ichi ESAWA), 15 July, 2003 (15.07.03), Full text (Family: none)	1-5, 10-13 6-9, 14-17
Y A	JP 2004-116136 A (Pentel Co., Ltd.), 15 April, 2004 (15.04.04), Full text (Family: none)	1-5, 10-13 6-9, 14-17
Y A	JP 3096941 U (Koganei Corp.), 08 January, 2004 (08.01.04), Full text (Family: none)	10-13 1-9, 14-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
16 August, 2005 (16.08.05)

Date of mailing of the international search report
30 August, 2005 (30.08.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/007781

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-13966 A (Koganei Corp.) , 20 January, 2005 (20.01.05) , Full text (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. ⁷ C02F1/461, 5/00			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. ⁷ C02F1/46-1/48, 5/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y A	J P 2003-200170 A (柄澤健一) 2003.07.15, 全文 (ファミリーなし)	1-5, 10-13 6-9, 14-17	
Y A	J P 2004-116136 A (ぺんてる株式会社) 2004.04.15, 全文 (ファミリーなし)	1-5, 10-13 6-9, 14-17	
Y A	J P 3096941 U (株式会社コガネイ) 2004.01.08, 全文 (ファミリーなし)	10-13 1-9, 14-17	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 16.08.2005		国際調査報告の発送日 30.8.2005	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 斉藤 信人 電話番号 03-3581-1101 内線 3421	4 D 7614

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2005-13966 A (株式会社コガネイ) 2005. 01. 20, 全文 (ファミリーなし)	1-17