

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年6月30日(30.06.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/103732 A1

- (51) 国際特許分類:
C25D 13/24 (2006.01) C25D 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/006485
- (22) 国際出願日: 2015年12月25日(25.12.2015)
- (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 2014-265507 2014年12月26日(26.12.2014) JP
特願 2015-130880 2015年6月30日(30.06.2015) JP
- (71) 出願人: 旭化成株式会社 (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 有森 芳郎 (ARIMORI, Yoshiro); 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地 Tokyo (JP). 金子 年秋 (KANEKO, Toshiaki); 〒1018101 東京都千代田区神田神保町一丁目105番地 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外 (YANAGIDA, Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-3 新横浜KSビル 7階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

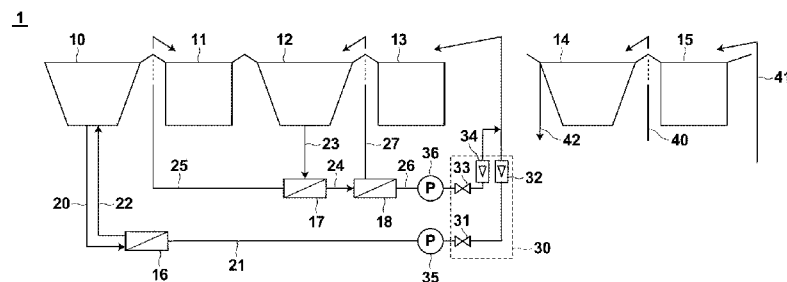
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR RECOVERING ELECTRODEPOSITION COATING MATERIAL

(54) 発明の名称: 電着塗料回収システムおよび方法



(57) Abstract: [Problem] To provide a system and method for recovering an electrodeposition coating material, whereby a coating material recovery rate and the quality of electrodeposition coating are enhanced. [Solution] The present invention is provided with: an electrodeposition tank (10); rinse tanks (11, 12, 13); a first filtration membrane (16) for supplying filtrate and concentrate from filtration of an electrodeposition solution in the electrodeposition tank (10) to a final-stage rinse tank (13) and the electrodeposition tank (10), the first filtration membrane (16) comprising an ultrafiltration membrane or a microfiltration membrane; a supply system for supplying either the electrodeposition solution or water after rinsing in the rinse tanks (11, 12, 13) with ultrafiltered or microfiltered filtrate water; a second filtration membrane (18) comprising a reverse osmosis membrane for supplying the filtrate and concentrate, obtained by filtration of the filtered water supplied from the supply system, to the final-stage rinse tank (13) and the electrodeposition tank (10), and to any of the rinse tanks other than the final-stage rinse tank (13); and a flow rate adjustment unit (30) for adjusting the flow rate to the final-stage rinse tank (13) of each of the filtrate from the first filtration membrane (16) and the filtrate from the second filtration membrane (18).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/103732 A1



【課題】塗料の回収率および電着塗装の品質を向上させる電着塗料回収システムおよび方法を提供する。【解決手段】電着槽（１０）と、水洗槽（１１，１２，１３）と、限外濾過膜または精密濾過膜からなり、電着槽（１０）内の電着溶液の濾過による濾液と濃縮液とを、最終段の水洗槽（１３）と電着槽（１０）とに供給する第１の濾過膜（１６）と、電着溶液および水洗槽（１１，１２，１３）内の水洗後の水のいずれか一方を限外濾過または精密濾過した濾過水を供給する供給系と、逆浸透膜からなり、上記供給系から供給される濾過水の濾過により得られた濾液と濃縮液とを、最終段の水洗槽（１３）と電着槽（１０）および最終段の水洗槽（１３）以外水洗槽の何れかとに供給する第２の濾過膜（１８）と、第１の濾過膜（１６）による濾液および第２の濾過膜（１８）による濾液の最終段の水洗槽（１３）への供給量をそれぞれ調整する流量調整部（３０）とを備える。

明 細 書

発明の名称：電着塗料回収システムおよび方法

技術分野

[0001] 本発明は、濾過膜を用いて濾過した濾過水によって電着対象の被塗装物の洗浄を行うとともに、洗浄によって洗い流された未電着塗料を回収して再使用する電着塗料回収システムおよび方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来、電着塗装は自動車ボディをはじめ、自動車部品、電機製品および建材等の塗装に幅広く用いられている。電着塗装システムは、被塗装物に電気化学的に塗膜を形成させる電着工程及び未電着塗料等を洗い落とすための洗浄工程、更には塗膜を硬化させるための焼き付け工程から構成されており、一般的に、水洗工程は、膜濾過濾液多段回収水洗工程と最終水洗工程とから構成されている。

[0003] 膜濾過濾液多段回収水洗工程は、電着槽内の塗料を濾過膜で濾過することによって得られる濾液を用いて被塗装物を洗浄し、被塗装物に物理的に付着した塗料を洗い落とすとともに、未電着塗料を電着槽に回収する工程である。また、最終水洗工程は、純水や浄水(工水)を用いて仕上げ洗浄を行なう工程であり、膜濾過濾液多段回収水洗工程で洗い落とせなかった微量の塗料や夾雑イオンが洗い落とされるが、洗浄に用いられた後の水は廃水として工程外に排出されている。

[0004] 図7は、従来の電着塗料回収システムの一例である。図7に示す101が電着槽であり、膜濾過濾液多段回収水洗工程は、スプレー型の第一水洗槽102、ディップ型の第二水洗槽103およびスプレー型の第三水洗槽104の3段で構成されている。また、最終水洗工程は、ディップ型の第一水洗槽105およびスプレー型の第二水洗槽106の2段で構成されている。スプレー型的水洗槽とは、被塗装物に水洗水をスプレーすることによって被塗装物水洗を行うタイプ的水洗槽である。一方、ディップ型的水洗槽は、スプ

レー型の水洗槽よりも水洗水の滞留量が多く、被塗装物を完全に水洗水中に浸漬することによって被塗装物の水洗を行うタイプの水洗槽である。

[0005] 被塗装物はコンベア（図示されていない）に装着されて、電着槽１０１に浸漬されて電着塗装された後、膜濾過濾液多段回収水洗工程の第一水洗槽１０２、第二水洗槽１０３、第三水洗槽１０４、最終水洗工程の第一水洗槽１０５および第二水洗槽１０６へと順に搬送され、水洗される。１０７は第一膜濾過装置である。電着液がライン１０８により電着槽１０１から第一膜濾過装置１０７に送られ、膜濾過される。膜を透過しない濃縮液はライン１０９により電着槽１０１に戻される。濾液はライン１１０により膜濾過濾液多段回収水洗工程の最終段、図７に示す例では第三水洗槽１０４に送られ、膜濾過濾液多段回収水洗工程の水洗水として用いられる。膜濾過濾液多段回収水洗工程の水洗水は第三水洗槽１０４から第二水洗槽１０３および第一水洗槽１０２へと順繰りにオーバーフローし、各水洗槽で水洗水として用いられた後、さらに第一水洗槽１０２から電着槽１０１にオーバーフローし、未電着塗料が回収される。最終水洗工程の第一水洗槽１０５には水洗水として純水または浄水（工水）がライン１１３から供給され、第二水洗槽１０６には純水または浄水（工水）がライン１１１から供給され、洗浄される。第二水洗槽１０６に供給された純水は第一水洗槽１０５にオーバーフローし、第一水洗槽１０５に供給された浄水とともにライン１１２から排出される。

[0006] しかしながら、上述したような従来の電着塗料回収システムによる回収水洗方法は、多量の被塗装物に電着塗装した場合、各水洗槽中の未電着塗料の濃度が上昇するため、電着塗装施設外への塗料持ち出し量の増加、または、それを防ぐために、最終水洗工程における浄水および純水の使用量の増加および廃水処理負担の増大という問題を有していた。膜濾過濾液多段回収水洗工程の段数を増加すれば、この問題は解決できるが、設備費および設置スペースの増大という新たな問題が生じる。

[0007] 上述の問題を解決するために、特許文献１では、膜濾過濾液多段回収水洗工程の最初の段の回収水洗水を限外濾過膜で濾過し、得られた濾液を膜濾過

濾液多段回収水洗工程の最後の段に供給することを提案している。しかし、この方法では、たとえば最初の段の水洗槽がスプレー型の水洗槽である場合、最初の段の回収水洗水を限外濾過して得られる濾液の量が少なく、最終段における未電着塗料の濃度が十分に低下しないという問題がある。

[0008] また、特許文献2では、膜濾過濾液多段回収水洗工程の最初の段と最後の段との間に設けた水洗槽から回収水洗水を抜き出した後、限外濾過膜で濾過し、得られた濾液を膜濾過濾液多段回収水洗工程の最後の段に供給することを提案している。

[0009] 図8は、特許文献2に記載の電着塗料回収システムである。図8において、図7と同一の装置には同じ番号を付してある。図8に示す電着塗料回収システムは、図7に示した従来の電着塗料回収システムにおいて、ディップ型の第二水洗槽103に第二膜濾過装置120が新たに設けられていることが特徴であり、その他の点では図7に示した従来の電着塗料回収システムと同じである。第二膜濾過装置120には第二水洗槽液がライン122から供給され、膜を透過しない濃縮液はライン121により電着槽101に戻される。濾液は第三水洗槽104（膜濾過濾液多段回収水洗工程の最終段）にライン123によって供給され、ライン110によって供給される第一膜濾過装置107の濾液と共に水洗水として用いられる。

[0010] また、特許文献3では、電着槽から抜き出した電着溶液を限外濾過膜で濾過し、得られた濾液を逆浸透膜で濾過し、その逆浸透膜で得られた濾液を膜濾過濾液多段回収水洗工程の最後の段に供給することが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開平7-224397号公報

特許文献2：特開2011-99158号公報

特許文献3：特開2004-149899号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] ここで、特許文献2に記載の電着塗料回収システムによれば、図7に示す従来の電着塗料回収システムと比較すれば、濾液多段回収水洗工程の最後の段に対して、より多くの水洗水を供給することができ、最終段の未電着塗料の濃度をより低下させることができる。これにより、電着塗装施設外への塗料持ち出し量を低減させることができる。すなわち、電着塗料の回収率を上げることができ、さらに最終水洗工程における浄水および純水の使用量を低減させることができる。
- [0013] しかしながら、発明者らによる実験によれば、図8に示す電着塗料回収システムでも、電着塗料の回収率は97%にとどまり、さらなる改善が望まれていた。
- [0014] また、特許文献3に記載の電着塗料回収システムでは、逆浸透膜による濃縮液が、最初の段の水洗槽と最終段の水洗槽との間の水洗槽に戻されるが、濃縮液には、膜を通過しなかった夾雑イオンが多く含まれる。水洗槽に戻された夾雑イオンは、電着槽側に流れ、電着槽内に戻されることになる。この夾雑イオンは、被塗装物の電着前の前処理工程から持ち込まれるものであるため、多数の被塗装物を洗浄するうちに電着槽内の電着溶液の夾雑イオンの濃度が上昇し、これにより電着塗装の品質が悪化する問題がある。
- [0015] 夾雑イオンとしては、アルカリイオン、金属イオンおよび硝酸根などがあるが、電着槽では、これらの夾雑イオンの中でも、特にアルカリイオンの変動が大きく、一般的には、アルカリイオンが30ppmを超えると塗装品質が劣化することが知られている。アルカリイオンとしては、NaイオンおよびKイオンがあるが、Kイオンは1ppm程度と濃度が低いため、Naイオンの濃度を管理することが特に重要である。
- [0016] 本発明は、上述の問題に鑑みて、膜濾過濾液多段回収水洗工程において効率的に最終段の水洗水を増やすことにより塗料の回収率をさらに向上させることができ、かつ電着槽内に電着溶液に含まれるNaイオン濃度の上昇を抑制し、これにより電着塗装の品質を向上させることができる電着塗料回収シ

ステムおよび方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

- [0017] 本発明の電着塗料回収システムは、被塗装物の電着塗装が行われる電着槽と、電着塗装後の被塗装物の水洗が段階的に行われる少なくとも2つの水洗槽と、限外濾過膜または精密濾過膜からなり、電着槽内の電着塗料を含む電着溶液の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、最終段の水洗槽と電着槽とに供給する第1の濾過膜と、電着槽内の電着溶液および水洗槽内の水洗後の水のいずれか一方を限外濾過または精密濾過した濾過水を供給する供給系と、逆浸透膜からなり、供給系から供給される濾過水の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、最終段の水洗槽と電着槽および最終段の水洗槽以外の水洗槽の何れかとに供給する第2の濾過膜と、第1の濾過膜によって濾過された濾液および第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量をそれぞれ調整する流量調整部とを備え、最終段の水洗槽から水洗後の水が電着槽側の水洗槽および電着槽に順に供給されることを特徴とする。
- [0018] また、上記本発明の電着塗料回収システムにおいて、供給系は、限外濾過膜又は精密濾過膜からなり、上記少なくとも2つの水洗槽のいずれかの水洗槽内の水洗後の水の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、供給系を介して第2の濾過膜と最終段の水洗槽よりも電着槽側の水洗槽に供給する第3の濾過膜を備えることができる。
- [0019] また、上記本発明の電着塗料回収システムにおいて、第1の濾過膜は、電着溶液の濾過により得られた濾液を、供給系を介して第2の濾過膜にも供給するようにできる。
- [0020] また、上記本発明の電着塗料回収システムにおいて、流量調整部は、第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量 V_1 と第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量 V_2 との比 $V_1 : V_2$ が、 $1 : 2 \sim 2 : 1$ となるように調整することができる。
- [0021] また、上記本発明の電着塗料回収システムにおいて、流量調整部は、 V_1

：V2が1：1となるように調整することが好ましい。

[0022] また、上記本発明の電着塗料回収システムは、流量調整部は、電着槽に最も近い水洗槽の水洗後の水のNaイオン濃度が30ppm以下となるように、第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量および第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量を調整することができる。

[0023] また、上記本発明の電着塗料回収システムは、最終段の水洗槽内の水洗後の水の電気伝導度を計測する計測部を備えることができ、流量調整部は、計測部によって計測された電気伝導度に基づいて、第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量および第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量を自動的に調整することができる。

[0024] また、逆浸透膜は、ゼータ電位が正である濾過膜であることが好ましい。

[0025] 本発明の電着塗料回収方法は、被塗装物の電着塗装が行われる電着槽と、電着塗装後の被塗装物の水洗が段階的に行われる少なくとも2つの水洗槽と、限外濾過膜または精密濾過膜からなり、電着槽内の電着塗料を含む電着溶液の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、最終段の水洗槽と電着槽とに供給する第1の濾過膜とを用い、最終段の水洗槽から水洗後の水が電着槽側の水洗槽および電着槽に順に供給される電着塗料回収方法であって、電着槽内の電着溶液および水洗槽内の水洗後の水のいずれか一方を限外濾過または精密濾過した濾過水を、逆浸透膜からなる第2の濾過膜によって濾過し、その濾過によって得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、最終段の水洗槽と電着槽および最終段の水洗槽以外の水洗槽の何れかに供給し、第1の濾過膜によって濾過された濾液および第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量をそれぞれ調整することを特徴とする。

[0026] また、上記本発明の電着塗料回収方法においては、限外濾過膜又は精密濾過膜からなる第3の濾過膜を用い、少なくとも2つの水洗槽のいずれかの水洗槽内の水洗後の水を濾過し、その濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、第2の濾過膜と最終段の水洗槽よりも電着槽側の水洗槽に供給する

ことができる。

[0027] また、上記本発明の電着塗料回収方法においては、第1の濾過膜は、電着溶液の濾過により得られた濾液を第2の濾過膜にも供給するようにできる。

[0028] また、上記本発明の電着塗料回収方法において、第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量 V_1 と第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量 V_2 との比 $V_1 : V_2$ が、 $1 : 2 \sim 2 : 1$ となるように調整することができる。

[0029] また、上記本発明の電着塗料回収方法において、 $V_1 : V_2$ は $1 : 1$ となるように調整することが好ましい。

[0030] また、上記本発明の電着塗料回収方法において、電着槽に最も近い水洗槽の水洗後の水のNaイオン濃度が30ppm以下となるように、第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量および第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量を調整することができる。

[0031] また、上記本発明の電着塗料回収方法において、最終段の水洗槽内の水洗後の水の電気伝導度を計測し、その計測した電気伝導度に基づいて、第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量および第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量を自動的に調整することができる。

[0032] また、上記本発明の電着塗料回収方法において、第2の濾過膜は、ゼータ電位が正である濾過膜であることが好ましい。

発明の効果

[0033] 本発明の電着塗料回収システムおよび方法によれば、電着槽内の電着塗料を含む電着溶液を濾過する第1の濾過膜に加えて、電着槽内の電着溶液または水洗槽内の水洗後の水を限外濾過または精密濾過した濾液が供給される、逆浸透膜からなる第2の濾過膜を有する。

[0034] そして、第1の濾過膜による濾過によって得られた濾液に加えて、第2の濾過膜による濾過によって得られた濾液が最終段の水洗槽に供給される。こ

のように限外濾過または精密濾過した濾液をさらに逆浸透膜によって濾過し、その濾液を最終段の水洗槽に供給することによって、最終段の水洗水を増やすことができるとともに、未電着塗料を減らすことができる。よって、従来の電着塗料回収システムに比べ、塗料の回収率を大幅に増加させることができ、これにより、最終水洗工程の洗浄用の純水およびその排水を削減することができる。

[0035] さらに、第2の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量および第1の濾過膜によって濾過された濾液の最終段の水洗槽への供給量を調整するようにしたので、電着槽内の電着溶液のNaイオン濃度の上昇を抑制することができ、電着塗装の品質を向上させることができる。

[0036] 具体的には、逆浸透膜からなる第2の濾過膜による濾過を行うことによってNaイオン濃度の高い濃縮液が電着槽または水洗槽に戻され、電着槽にNaイオン濃度が蓄積されることになるが、その蓄積されたNaイオンを含む電着溶液を第1の濾過膜によって濾過する際、Naイオンを濾液側に逃すことができるので、電着槽内の電着溶液のNaイオン濃度の上昇を抑制することができる。そして、Naイオン濃度が低減された第2の濾過膜の濾液の最終段の水洗槽への供給量と、電着槽内の電着溶液のNaイオンを含んだ第1の濾過膜の濾液の最終段の水洗槽への供給量とを調整することによって、システム全体でのNaイオン濃度の上昇を抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0037] [図1]本発明の電着塗料回収システムの第1の実施形態の概略構成を示す図
[図2]第1～第3の濾過膜装置の構成を示す模式図
[図3]本発明の電着塗料回収システムの第2の実施形態の概略構成を示す図
[図4]第2の実施形態の電着塗料回収システムにおいて、第1の濾過膜装置の濾液の最終段の水洗槽への供給量と第2の濾過膜装置の濾液の最終段の水洗槽への供給量とを自動的に調整する場合の概略構成を示す図
[図5]第1の実施形態の電着塗料回収システムにおいて、第1の濾過膜装置の濾液の最終段の水洗槽への供給量V1と第2の濾過膜装置の濾液の最終段の

水洗槽への供給量 V_2 との比が、 $1:1$ の場合の各部の流量および Na イオン濃度をそれぞれ示す図

[図6]第2の実施形態の電着塗料回収システムにおいて、第1の濾過膜装置の濾液の最終段の水洗槽への供給量 V_1 と第2の濾過膜装置の濾液の最終段の水洗槽への供給量 V_2 との比が、 $1:1$ の場合の各部の流量および Na イオン濃度をそれぞれ示す図

[図7]従来の電着塗料回収システムの一例を示す図

[図8]従来の電着塗料回収システムの一例を示す図

発明を実施するための形態

[0038] 以下、本発明の電着塗料回収システムおよび方法の第1の実施形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本実施形態の電着塗料回収システム1の概略構成を示す模式図である。

[0039] 本実施形態の電着塗料回収システム1は、図1に示すように、電着槽10と、第1の水洗槽11と、第2の水洗槽12と、第3の水洗槽13と、第4の水洗槽14と、第5の水洗槽15と、第1の濾過膜装置16と、第2の濾過膜装置18と、第3の濾過膜装置17とを備えている。

[0040] 電着槽10は、車の車体、電機製品および建材などといった被塗装物の電着塗装が行われる槽である。電着槽10内には、エポキシ系樹脂および顔料などからなる電着塗料と溶剤、有機酸および純水などを含むカチオン電着溶液が収容されている。

[0041] 第1の水洗槽11、第2の水洗槽12および第3の水洗槽13は、膜濾過濾液多段回収水洗工程を行うためのものである。第1の水洗槽11および第3の水洗槽13は、スプレー型の水洗槽であり、第2の水洗槽12は、ディップ型の水洗槽である。スプレー型の水洗槽とは、被塗装物に水洗水をスプレーすることによって被塗装物の水洗を行うタイプの水洗槽である。一方、ディップ型の水洗槽は、スプレー型の水洗槽よりも水洗水の滞留量が多く、被塗装物を完全に水洗水中に浸漬することによって被塗装物の水洗を行うタイプの水洗槽である。

[0042] 第4の水洗槽14および第5の水洗槽15は、最終水洗工程を行うためのものである。第4の水洗槽14は、ディップ型の水洗槽であり、第5の水洗槽15は、スプレー型の水洗槽である。

[0043] 第1の濾過膜装置16は、限外濾過膜または精密濾過膜（第1の濾過膜に相当する）を備えたものである。限外濾過膜とは、平均孔径が $0.001\mu\text{m}$ ～ $0.01\mu\text{m}$ 程度の濾過膜であり、精密濾過膜とは、平均孔径が $0.01\mu\text{m}$ ～ $10\mu\text{m}$ 程度の濾過膜である。なお、限外濾過膜および精密濾過膜の平均孔径は、以下のようにして計測される。

[0044] まず、限外濾過膜または精密濾過膜を長さ方向に垂直な断面で切断する。走査型電子顕微鏡を用いて上記断面を極力多数の細孔の形状が明確に確認できる程度の倍率で撮影する。次に、電子顕微鏡画像のコピーの上に透明シートを重ね、黒いペン等を用いて細孔部分を黒く塗り潰し、透明シートを白紙にコピーすることにより、細孔部分は黒、非細孔部分は白と明確に区別する。その後、市販の画像解析ソフトを利用して任意に選んだ細孔100個の孔径を求め、その相加平均値を出すことで平均孔径を算出する。画像解析ソフトは例えば三谷商事株式会社から販売されているソフトウェア“WinRooof”を用いることができる。なお、孔径とは、細孔の円周上における任意の点から、該任意の点に対向する位置にある細孔の円周上の点とを結んだ距離を指す。

[0045] 第1の濾過膜装置16は、電着槽10内の電着溶液を濾過するものであり、流路20を介して電着槽10から第1の濾過膜装置16に電着溶液が供給される。第1の濾過膜装置16によって濾過された濾過水は、流路21を介して膜濾過濾液多段回収水洗工程の最終段である第3の水洗槽13に送水され、膜濾過濾液多段回収水洗工程の水洗水として用いられる。一方、第1の濾過膜装置16において膜を透過しなかった濃縮液は、流路22を介して電着槽10に戻される。

[0046] 図2は、第1の濾過膜装置16の具体的な構成を示す模式図である。図2に示すように、第1の濾過膜装置16は、限外濾過膜または精密濾過膜を有

する中空糸膜モジュール 16 a と、中空糸膜モジュール 16 a に対して原水（電着溶液）を供給するためのポンプ 16 b と、中空糸膜モジュール 16 a によって濾過された濾過水が一旦貯留されるタンク 16 c とを備えている。タンク 16 c に貯留された濾過水は、流路 21 に設けられたポンプ 35 によって吸引されて流路 21 に供給される。

[0047] 第 3 の濾過膜装置 17 も、限外濾過膜または精密濾過膜（第 3 の濾過膜に相当する）を備えたものである。第 3 の濾過膜装置 17 は、第 2 の水洗槽 12 内の水洗水を濾過するものであり、流路 23 を介して第 2 の水洗槽 12 から第 3 の濾過膜装置 17 に水洗水が供給される。そして、第 3 の濾過膜装置 17 によって濾過された濾過水は、流路 24 を介して後段に接続された第 2 の濾過膜装置 18 に供給される。なお、本実施形態においては、第 3 の濾過膜装置 17 および流路 24 が、供給系に相当するものである。

[0048] 一方、第 3 の濾過膜装置 17 において膜を透過しなかった濃縮液は、流路 25 を介して、第 2 の水洗槽 12 よりも電着槽 10 側に設けられた第 1 の水洗槽 11 に戻される。なお、本実施形態においては、第 3 の濾過膜装置 17 の濃縮液を第 1 の水洗槽 11 に戻すようにしたが、電着槽 10 に戻すようにしてもよい。さらに、本実施形態においては、第 3 の濾過膜装置 17 に対して第 2 の水洗槽 12 の水洗水を被濾過水として供給するようにしたが、第 2 の水洗槽 12 以外の水洗水を被濾過水として供給するようにしてもよい。すなわち、第 1 の水洗槽 11 の水洗水または第 3 の水洗槽 13 の水洗水を第 3 の濾過膜装置 17 に供給するようにしてもよい。

[0049] 第 3 の濾過膜装置 17 も、図 2 に示した第 1 の濾過膜装置 16 の構成と同様であり、限外濾過膜または精密濾過膜を有する中空糸膜モジュールと、中空糸膜モジュールに対して原水を供給するためのポンプと、中空糸膜モジュールによって濾過された濾過水が一旦貯留されるタンクとを備えている。そして、タンクに貯留された濾過水は、第 3 の濾過膜装置 17 が有するポンプによって吸引されて流路 24 に供給される。

[0050] 第 2 の濾過膜装置 18 は、逆浸透膜（第 2 の濾過膜に相当する）を備えた

ものである。逆浸透膜（RO（Reverse Osmosis）膜）とは、NF（Nano filtration）膜よりも小さい平均孔径を有するものであり、塩排除率90%以上の膜である。

[0051] 第2の濾過膜装置18は、上述したように流路24を介して第3の濾過膜装置17の濾過水が供給されるものである。第2の濾過膜装置18は、第3の濾過膜装置17の濾過水からさらにNaイオンを含む夾雑イオンを除去するものである。そして、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾過水は、流路26を介して膜濾過濾液多段回収水洗工程の最終段である第3の水洗槽13に送水され、膜濾過濾液多段回収水洗工程の水洗水として用いられる。一方、第2の濾過膜装置18において膜を透過しなかった濃縮液は、流路27を介して第2の水洗槽12に戻される。なお、本実施形態においては、第2の濾過膜装置18の濃縮液を第2の水洗槽12に戻すようにしたが、電着槽10または第1の水洗槽11に戻すようにしてもよい。

[0052] なお、第2の濾過膜装置18は、中空糸モジュールの膜の種類が逆浸透膜であること以外は、図2に示した第1の濾過膜装置16の構成と同様であり、逆浸透膜を有する中空糸膜モジュールと、中空糸膜モジュールに対して原水を供給するためのポンプと、中空糸膜モジュールによって濾過された濾過水が一旦貯留されるタンクとを備えている。そして、タンクに貯留された濾過水は、流路26に設けられたポンプ36によって吸引されて流路26に供給される。

[0053] そして、上記のような構成の電着塗料回収システム1においては、被塗装物がコンベア（図示省略）に装着されて、電着槽10に漬けて電着塗装された後、膜濾過濾液多段回収水洗工程の第1の水洗槽11、第2の水洗槽12および第3の水洗槽13へと順に搬送されて水洗される。次いで、被塗装物は、最終水洗工程の第4の水洗槽14および第5の水洗槽15へと順に搬送されて水洗される。

[0054] 膜濾過濾液多段回収水洗工程の水洗水は第3の水洗槽13から第2の水洗槽12および第1の水洗槽11へと順繰りにオーバーフローし、各水洗槽で

水洗水として用いられた後、さらに第１の水洗槽１１から電着槽１０にオーバーフローし、未電着塗料が回収される。

[0055] 最終水洗工程の第４の水洗槽１４には水洗水として純水または浄水（工水）が流路４０から供給され、第５の水洗槽１５には純水または浄水（工水）が流路４１から供給され、洗浄される。第５の水洗槽１５に供給された純水は第４の水洗槽１４にオーバーフローし、第４の水洗槽１４に供給された浄水とともに流路４２から排出される。

[0056] また、電着塗料回収システム１は、上述したような膜濾過濾液多段回収水洗工程において、第２の濾過膜装置１８によって濾過された濾過水の第３の水洗槽１３への供給量と、第１の濾過膜装置１６によって濾過された濾過水の第３の水洗槽１３への供給量とを調整する流量調整部３０を備えている。

[0057] 流量調整部３０は、第１の濾過膜装置１６に接続された流路２１に設けられた第１の弁機構３１および第１の流量計３２と、第２の濾過膜装置１８に接続された流路２６に設けられた第２の弁機構３３および第２の流量計３４とを備えている。第１の弁機構３１および第１の流量計３２によって、第１の濾過膜装置１６によって濾過された濾過水の第３の水洗槽１３への供給量が調整され、第２の弁機構３３および第２の流量計３４によって、第２の濾過膜装置１８によって濾過された濾過水の第３の水洗槽１３への供給量が調整される。濾過水の供給量の調整は、自動で行うようにしてもよいし、手動で行うようにしてもよい。

[0058] 上記第１の実施形態の電着塗料回収システム１によれば、電着槽１０内の電着塗料を含む電着溶液を濾過する第１の濾過膜装置１６に加えて、第２の水洗槽１２内の水洗後の水を濾過する第３の濾過膜装置１７を有し、第３の濾過膜装置１７による濾過によって得られた濾液が逆浸透膜からなる第２の濾過膜装置１８に供給される。

[0059] そして、第１の濾過膜装置１６による濾過によって得られた濾液に加えて、第２の濾過膜装置１８による濾過によって得られた濾液が最終段の第３の水洗槽１３に供給される。このように第３の濾過膜装置１７によって濾過し

た濾液をさらに逆浸透膜からなる第2の濾過膜装置18によって濾過し、その濾液を最終段の第3の水洗槽13に供給することによって、最終段の水洗水を増やすことができるとともに、未電着塗料を減らすことができ、これにより塗料の回収率をさらに向上させることができる。

[0060] さらに、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾液の最終段の第3の水洗槽13への供給量および第1の濾過膜装置16によって濾過された濾液の最終段の第3の水洗槽13への供給量を調整するようにしたので、電着槽内の電着溶液のNaイオン濃度の上昇を抑制することができ、電着塗装の品質を悪化させないようにできる。

[0061] 具体的には、逆浸透膜からなる第2の濾過膜装置18による濾過を行うことによってNaイオン濃度の高い濃縮液が第2の水洗槽12に戻され、これにより電着槽10にNaイオン濃度が蓄積されることになるが、その蓄積されたNaイオンを含む電着溶液を第1の濾過膜装置16によって濾過する際、Naイオンを濾液側に逃すことができるので、電着槽10内の電着溶液のNaイオン濃度の上昇を抑制することができる。そして、Naイオン濃度が低減された第2の濾過膜装置18の濾液の第3の水洗槽13への供給量と、電着槽10内の電着溶液のNaイオンを含んだ第1の濾過膜装置16の濾液の第3の水洗槽13への供給量とを調整することによって、システム全体でのNaイオン濃度の上昇を抑制することができる。

[0062] また、流量調整部30は、第1の濾過膜装置16によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量V1と、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量V2とが、 $V1 : V2 = 1 : 2 \sim 2 : 1$ となるように調整されることが望ましい。より好ましくは、 $V1 : V2 = 1 : 1$ である。このように第1の濾過膜装置16の濾過水の供給量V1と、第2の濾過膜装置18の濾過水の供給量V2との比率を制御することによって、塗装品質を悪化させるNaイオンの蓄積を30ppm以下にすることができ、かつ塗料回収率を97.2%以上にすることができる。

[0063] 次に、本発明の電着塗料回収システムおよび方法の第2の実施形態につい

て説明する。図3は、本実施形態の電着塗料回収システム2の概略構成を示す模式図である。

[0064] 第2の実施形態の電着塗料回収システム2は、第1の実施形態の電着塗料回収システム2の第3の濾過膜装置17を設けることなく、第1の濾過膜装置16が、第3の濾過膜装置17として兼用して用いられるものである。その他の構成については、第1の実施形態の電着塗料回収システム1と同様であるので、詳細な説明を省略する。

[0065] 第1の濾過膜装置16は、第1の実施形態と同様の構成であり、限外濾過膜または精密濾過膜を備えたものである。第1の濾過膜装置16は、電着槽10内の電着溶液を濾過するものであり、流路20を介して電着槽10から第1の濾過膜装置16に電着溶液が供給される。そして、本実施形態の第1の濾過膜装置16によって濾過された濾過水は、流路50および流路51を介して膜濾過濾液多段回収水洗工程の最終段である第3の水洗槽13に送水されるとともに、流路52を介して第2の濾過膜装置18に供給される。なお、本実施形態においては、第1の濾過膜装置16および流路52が、供給系に相当するものである。

[0066] 第1の濾過膜装置16において膜を透過しなかった濃縮液は、流路22を介して電着槽10に戻される。流路51上には、第1の濾過膜装置16のタンクに貯留された濾過水を吸引するためのポンプ35が設けられている。

[0067] 第2の濾過膜装置18は、第1の実施形態と同様の構成であり、逆浸透膜を備えたものである。第2の濾過膜装置18は、上述したように流路52を介して第1の濾過膜装置16の濾過水が供給されるものである。第2の濾過膜装置18は、第1の濾過膜装置16の濾過水からさらにNaイオンを含む夾雑イオンを除去するものである。そして、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾過水は、流路26を介して膜濾過濾液多段回収水洗工程の最終段である第3の水洗槽13に送水され、膜濾過濾液多段回収水洗工程の水洗水として用いられる。一方、第2の濾過膜装置18において膜を透過しなかった濃縮液は、流路27を介して第2の水洗槽12に戻される。なお、本実

施形態においては、第2の濾過膜装置18の濃縮液を第2の水洗槽12に戻すようにしたが、電着槽10または第1の水洗槽11に戻すようにしてもよい。

[0068] また、第2の濾過膜装置18のタンクに貯留された濾過水は、第1の実施形態と同様に、流路26に設けられたポンプ36によって吸引されて流路26に供給される。

[0069] また、第2の実施形態の電着塗料回収システム2は、第1の実施形態の電着塗料回収システム1と同様に、膜濾過濾液多段回収水洗工程において、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量と、第1の濾過膜装置16によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量とを調整する流量調整部30を備えている。流量調整部30の構成は、第1の実施形態と同様である。

[0070] 上記第2の実施形態の電着塗料回収システム2によれば、電着槽10内の電着塗料を含む電着溶液を濾過する第1の濾過膜装置16に加えて、第1の濾過膜装置16の濾液を濾過する逆浸透膜からなる第2の濾過膜装置18を有する。

[0071] そして、第1の濾過膜装置16による濾過によって得られた濾液に加えて、第2の濾過膜装置18による濾過によって得られた濾液が最終段の第3の水洗槽13に供給される。このように第1の濾過膜装置16によって濾過した濾液をさらに逆浸透膜からなる第2の濾過膜装置18によって濾過し、その濾液を最終段の第3の水洗槽13に供給することによって、最終段の水洗水を増やすことができるとともに、未電着塗料の減らすことができ、これにより塗料の回収率をさらに向上させることができる。

[0072] さらに、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾液の最終段の第3の水洗槽13への供給量および第1の濾過膜装置16によって濾過された濾液の最終段の第3の水洗槽13への供給量を調整するようにしたので、電着槽内の電着溶液のNaイオン濃度の上昇を抑制することができ、電着塗装の品質を維持させることができる。

[0073] 具体的には、逆浸透膜からなる第2の濾過膜装置18による濾過を行うことによってNaイオン濃度の高い濃縮液が第2の水洗槽12に戻され、これにより電着槽10にNaイオン濃度が蓄積されることになるが、その蓄積されたNaイオンを含む電着溶液を第1の濾過膜装置16によって濾過する際、Naイオンを濾液側に逃すことができるので、電着槽10内の電着溶液のNaイオン濃度の上昇を抑制することができる。そして、Naイオン濃度が低減された第2の濾過膜装置18の濾液の第3の水洗槽13への供給量と、電着槽10内の電着溶液のNaイオンを含んだ第1の濾過膜装置16の濾液の第3の水洗槽13への供給量とを調整することによって、システム全体でのNaイオン濃度の上昇を抑制することができる。

[0074] 第2の実施形態の流量調整部30も、第1の実施形態と同様に、第1の濾過膜装置16によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量V1と、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量V2とが、 $V1 : V2 = 1 : 2 \sim 2 : 1$ となるように調整されることが望ましい。より好ましくは、 $V1 : V2 = 1 : 1$ である。第2の実施形態において、このように第1の濾過膜装置16の濾過水の供給量V1と、第2の濾過膜装置18の濾過水の供給量V2との比率を制御することによって、電着槽10のNaイオンの蓄積を30ppm以下にすることができ、かつ塗料回収率を97.2%以上にすることができる。

[0075] なお、上記第1および第2の実施形態においては、流量調整部30が、第1の濾過膜装置16の濾過水の第3の水洗槽13への供給量V1と、第2の濾過膜装置18の濾過水の第3の水洗槽13への供給量V2との比率を調整することによって、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度が30ppm以下となるようにしたが、Naイオン濃度を計測し、その測定値に基づいて、第1の濾過膜装置16の濾過水の第3の水洗槽13への供給量V1と第2の濾過膜装置18の濾過水の第3の水洗槽13への供給量V2とを自動的に調整することによって、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度が30ppm以下となるようにしてもよい。図4は、第2の実施形態の電着

塗料回収システム 2 において、供給量 V 1 と供給量 V 2 とを自動調整するようにした場合の概略構成を示す図である。

[0076] 具体的には、図 4 に示すように、第 3 の水洗槽 1 3 内の水洗水の電気伝導度を計測する計測部 6 0 と、計測部 6 0 によって計測された電気伝導度に基づいて、第 1 の弁機構 3 1 および第 2 の弁機構 3 3 を制御する流量制御部 3 7 とを設けるようにしてもよい。

[0077] 計測部 6 0 は、上述したように第 3 の水洗槽 1 3 内の水洗水の電気伝導度を計測するものであり、N a イオン濃度を直接計測するものではないが、N a イオン濃度と電気伝導度とは相関があるので、電気伝導度を計測することによって、間接的に N a イオン濃度を計測することができる。

[0078] 流量制御部 3 7 は、上述したように第 1 の弁機構 3 1 および第 2 の弁機構 3 3 を制御することによって、供給量 V 1 および供給量 V 2 を自動調整するものである。具体的には、流量制御部 3 7 は、計測部 6 0 によって計測されて電気伝導度の変化量に応じて、供給量 V 1 および供給量 V 2 を自動調整することによって、第 3 の水洗槽 1 3 内の水洗水の N a イオン濃度を所定の閾値範囲内に抑え、これにより電着槽 1 0 内の電着溶液の N a イオン濃度を 3 0 p p m 以下に維持するものである。なお、電気伝導度の変化量と供給量 V 1 および供給量 V 2 の調整量との関係については、予め実験などによって求めて設定するようにすればよい。

[0079] なお、図 4 は、第 2 の実施形態の電着塗料回収システム 2 に対して計測部 6 0 および流量制御部 3 7 を設けるようにしたが、第 1 の実施形態の電着塗料回収システム 1 に対して計測部 6 0 および流量制御部 3 7 を設けるようにしてもよい。

[0080] また、上記第 1 および第 2 の実施形態においては、第 2 の濾過膜装置 1 8 の濾過膜として逆浸透膜を用いるようにしたが、この逆浸透膜としては、ゼータ電位が正であるものを用いることが好ましい。ゼータ電位が正である逆浸透膜を用いることによって、第 1 の実施形態の第 3 の濾過膜装置 1 7 または第 2 の実施形態の第 1 の濾過膜装置 1 6 の濾液中に含まれる樹脂成分等が

逆浸透膜に付着するのを抑制することができる。たとえば、電着塗料として、 pH (potential hydrogen) が 5.0～6.0 のカチオン性の塗料を使用した場合、 pH が 5.0～6.0 の場合にゼータ電位が正である逆浸透膜を使用することによって、電着塗料の逆浸透膜への付着を抑制することができ、これにより電着塗料の回収率を向上させることができるとともに、逆浸透膜の目詰まりを防止することができる。

[0081] ゼータ電位は、ゼータ電位測定装置 (Anton Paar 社製、EKA (Electro Kinetic Analyzer)) によって計測することができる。具体的には、ゼータ電位の測定は、まず、逆浸透膜の中空糸を適当な長さに切り、直径 20 mm、長さ 50 mm の円筒形のセルに詰め込む。そして、そのセルの両端に電極をセットし、セル内を塩化カリウム溶液に満たし、そのセルにゼータ電位測定装置により電場をかけることによって測定することができる。

[0082] なお、より好ましくはカチオン性の逆浸透膜である。

[0083] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で変形したものであってもよい。

実施例 1

[0084] 以下、上記第 1 の実施形態の電着塗料回収システム 1 による膜濾過濾液多段回収水洗工程の実施例について説明する。表 1 は、第 1 の濾過膜装置 16 によって濾過された濾過水の第 3 の水洗槽 13 への供給量 V_1 と、第 2 の濾過膜装置 18 によって濾過された濾過水の第 3 の水洗槽 13 への供給量 V_2 とが、 $V_1 : V_2 = 1 : 1$ の場合と、 $V_1 : V_2 = 1 : 1.5$ の場合と、 $V_1 : V_2 = 1 : 2.0$ の場合、 $V_1 : V_2 = 1.5 : 1$ の場合と、 $V_1 : V_2 = 2 : 1$ の場合の実施例を示すものである。なお、第 1 の濾過膜装置 16 および第 3 の濾過膜装置 17 の中空糸モジュールとして KCV3010 (旭化成社製) を用い、第 2 の濾過膜装置 18 の中空糸モジュールとして RE4040BLF (ウンジンケミカル社製) を用いた。

[表1]

V1:V2=1:1												
前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率		
原水 ppm	6	8	10	9	10	10	6	6	16ppm	98%		
濾過液 ppm		9.1	10									
濃縮液 ppm		8	10									
原水流量 L/min	10	—	95					10				
濾液流量 L/min		60	80									
濃縮液流量 L/min		—	15									
V1:V2=1:1.5												
前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率		
原水 ppm	6	10	11	10	11	11	6	6	18ppm	98.5%		
濾過液 ppm		10.3	11									
濃縮液 ppm		10	11									
原水流量 L/min	10	—	155					10				
濾液流量 L/min		60	130									
濃縮液流量 L/min		—	25									
V1:V2=1:2												
前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率		
原水 ppm	6	16	18	16	18	18	6	6	29ppm	99%		
濾過液 ppm		16	18									
濃縮液 ppm		16	18									
原水流量 L/min	10	—	300					10				
濾液流量 L/min		60	260									
濃縮液流量 L/min		—	40									
V1:V2=1.5:1												
前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率		
原水 ppm	6	8.3	8.7	8.3	8.7	8.7	6	6	14ppm	97.7%		
濾過液 ppm		8.3	8.7									
濃縮液 ppm		8.3	8.7									
原水流量 L/min	10	—	80					10				
濾液流量 L/min		60	60									
濃縮液流量 L/min		—	20									
V1:V2=2:1												
前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率		
原水 ppm	6	7	7.2	7	7.2	7.2	6	6	12ppm	97.2%		
濾過液 ppm		7	7.2									
濃縮液 ppm		7	7.2									
原水流量 L/min	10	—	50					10				
濾液流量 L/min		60	40									
濃縮液流量 L/min		—	10									

[0085] 具体的には、表1においては、上述した各比率で膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合の第1～第3の膜濾過装置16，18，17における原水の流量およびNaイオン濃度と濾過水の流量およびNaイオン濃度と濃縮液の流量およびNaイオン濃度と、電着槽10内の電着溶液のNaイオン濃度

と、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度と、第2の水洗槽12内の水洗水のNaイオン濃度と、第3の水洗槽13内のNaイオン濃度とを示している。なお、表1の各表のタイトル行を除き1行目から3行目までが、Naイオン濃度(ppm)を示しており、4行目から6行目までが、原水、濾液および濃縮液の流量(L/min)を示している。

[0086] また、図5は、表1における $V1 : V2 = 1 : 1$ の場合の各部の流量およびNaイオン濃度をそれぞれ示したものである。

[0087] 表1に示すNaイオン濃度は、複数の被塗装物を表1に示す流量で複数回洗浄した場合における各洗浄後のNaイオン濃度の平均値である。

[0088] また、表1に示す「前処理」は、電着槽10に被塗装物が投入される前に、被塗装物に対して施される処理であり、この「前処理」としては、被塗装物の表面に付着した油分を除去する脱脂工程と電着塗料を被塗装物に付着させるために被塗装物の表面処理をする化成工程とがある。そして、上述した脱脂工程で脱脂剤として添加されるNaOHまたはNa塩が、被塗装物に付着して電着槽10に持ち込まれる。表1に示す「前処理」における「原水流量」と「原水」のNaイオン濃度は、電着槽10に被塗装物が投入される際に、被塗装物に付着して電着槽10内に持ち込まれるNaOHまたはNa塩を含む液体の流量とその液体のNaイオン濃度の平均値である。表1に示す実施例では、被塗装物に付着して電着槽10に持ち込まれる液体の流量の平均値は10L/minであり、そのNaイオン濃度の平均値は6ppmであり、Naイオン濃度の最大値は10ppmであった。なお、被塗装物に付着して電着槽10に持ち込まれる液体のNaイオン濃度の平均値は、電着槽10内の電着溶液のNaイオン濃度以下である。

[0089] また、表1に示す「最終洗浄工程」における流量とNaイオン濃度は、第3の水洗槽13から最終洗浄工程の第4の水洗槽14に被塗装物が投入される際に、第4の水洗槽14内に被塗装物とともに持ち込まれる水洗水の流量とNaイオン濃度の平均値である。表1に示す実施例では、最終洗浄工程に持ち込まれる水洗水の流量の平均値は10L/minであり、Naイオン濃

度の平均値は6 ppmであった。

[0090] そして、表1および図5に示す各流量で、 $V1 : V2 = 1 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度が最も高くなり、Naイオン濃度の平均値は10 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は16 ppmであった。すなわち、電着槽10のNaイオン濃度を30 ppm以下に維持することができた。

[0091] ここで、本実施例におけるNaイオン濃度の測定方法について説明する。

[0092] まず、塗料および顔料が含まれる電着溶液または水洗水については、遠心分離を行い、その上澄み液をサンプルとした。遠心分離は、15000 rpmで20分間行った。また、顔料の含まれていない水洗水については、遠心分離を使用することなく、そのままサンプルとした。20 ccのポリエチレン製の瓶にサンプルを入れ、Naイオン標準液の検量線に入るように純水で希釈した。

[0093] 上述したように作成したサンプル50 mlに60%の硝酸を2.5 mlに加え、ホットプレートにて150℃で加熱分解を行った。その後、放冷後に50 mlに定容し、試験溶液とした。

[0094] そして、ICP (Inductively Coupled Plasma) (誘導結合プラズマ) 発光分光分析法を用いてNaイオン濃度の測定を行った。測定装置としては、パーキンエルマー社製のOptima 5300 DVを用いた。測定波長は589.592 nm、出力は1300 kw、フィードガスはアルゴンガスを用い、プラズマ観測方向はラジアル方向とした。試験溶液を測定し、Naイオン濃度が検量線以上の場合は検量線の範囲に入るよう希釈して再測定を行った。

[0095] 表1に戻り、 $V1 : V2 = 1 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程および最終水洗工程行った場合、塗料回収率は98%であった。塗料回収率は、下式により算出した。下式のNV (Non-Volatile) (塗料加熱残分) は、JISK 5601-1-2によって測定した値である。

$$\text{塗料回収率} = \{1 - (\text{第3の水洗槽13のNV} / \text{電着槽10のNV})\} \times 100$$

[0096] また、表1に示すように、 $V1 : V2 = 1 : 1.5$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は11 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は18 ppmであった。すなわち、電着槽10のNaイオン濃度を30 ppm以下に維持することができた。また、塗料回収率は98.5%であった。

[0097] また、表1に示すように、 $V1 : V2 = 1 : 2.0$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は18 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は29 ppmであった。すなわち、電着槽10のNaイオン濃度を30 ppm以下に維持することができた。また、塗料回収率は99%であった。

[0098] また、表1に示すように、 $V1 : V2 = 1.5 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は8.7 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は14 ppmであった。すなわち、電着槽10のNaイオン濃度を30 ppm以下に維持することができた。また、塗料回収率は97.7%であった。

[0099] また、表1に示すように、 $V1 : V2 = 2 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は7.2 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は12 ppmであった。すなわち、電

着槽 10 の Na イオン濃度を 30 ppm 以下に維持することができた。また、塗料回収率は 97.2 % であった。

[0100] 表 1 に示す実施例の結果から、 $V1 : V2 = 1 : 2 \sim 2 : 1$ とした場合、電着槽 10 の Na イオン濃度を 30 ppm 以下に維持することができ、かつ塗料回収率を 97.2 % 以上にすることができた。

[0101] 次に、表 2 は、比較例を示すものであり、 $V1 : V2 = 1 : 0$ の場合と、 $V1 : V2 = 1 : 2.1$ の場合の各部の流量および Na イオン濃度を示している。なお、表 2 に示す「前処理」および「最終洗浄工程」の「原水流量」および「原水」の Na イオン濃度の意味は、上述した実施例と同様である。また、Na イオン濃度と NV の測定方法も実施例と同様である。

[表2]

V1:V2=1:0											
	前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	6.2	6	0	6.2	6.2	6.2	6	6	10ppm	95.4%
濾過液		6.2	6	0							
濃縮液		6.2	6	0							
原水流量	10	..	0	0					10		
濾液流量		60	0	0							
濃縮液流量		..	0	0							
V1:V2=1:2.1											
	前処理	第1の濾過膜装置	第3の濾過膜装置	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	最終水洗工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	18	20	20	18	20	20	6	6	34ppm	99.5%
濾過液		18.1	20	3							
濃縮液		18	20	36							
原水流量	10	..	306	266					10		
濾液流量		60	266	126							
濃縮液流量		..	40	140							

[0102] 表2に示すように、 $V1:V2=1:0$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、すなわち第1の濾過膜装置16の濾過水のみを第3の水洗槽13に供給した場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度

の平均値は6.2 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は10 ppmであった。すなわち、Naイオン濃度は、30 ppm以下に維持することができた。しかしながら、第2の濾過膜装置18による未電着塗料の回収効果を得ることができないので、塗料回収率は95.4%となり、実施例と比較すると非常に悪い値となった。

[0103] また、表2に示すように、 $V1 : V2 = 1 : 2.1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、すなわち、第2の濾過膜装置18の濾液の供給量を第1の濾過膜装置16の濾液の供給量の2倍以上とした場合、Naイオンを含む濃縮液の戻し量も増え、これにより第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は20 ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10 ppmである場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は34 ppmであった。すなわち、継続して洗浄を行った場合、電着槽10のNaイオン濃度は、30 ppmを超えることがわかった。ただし、塗料回収率は99.5%であった。

[0104] 以下、上記第2の実施形態の電着塗料回収システム2による膜濾過濾液多段回収水洗工程の実施例について説明する。表3は、第1の濾過膜装置16によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量V1と、第2の濾過膜装置18によって濾過された濾過水の第3の水洗槽13への供給量V2とが、 $V1 : V2 = 1 : 1$ の場合と、 $V1 : V2 = 1 : 1.5$ の場合と、 $V1 : V2 = 1 : 2.0$ の場合と、 $V1 : V2 = 1.5 : 1$ の場合と、 $V1 : V2 = 2 : 1$ の場合の実施例を示すものである。なお、第1の濾過膜装置16の中空系モジュールとしてKCV3010（旭化成社製）を用い、第2の濾過膜装置18の中空系モジュールとしてRE4040BLF（ウジンケミカル社製）を用いた。

[表3]

V1:V2=1:1											
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	9	-	9	9	10	10	6	6	16ppm	98%
濾過液		9	9	3							
濃縮液		9	-	27							
原水流量	10	-	-	80					10		
濾液流量		140	60	60							
濃縮液流量		-	-	20							
V1:V2=1:1.5											
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	10	-	10	10	11	11	6	6	18ppm	98.5%
濾過液		10	10	3							
濃縮液		10	-	27							
原水流量	10	-	-	130					10		
濾液流量		180	60	80							
濃縮液流量		-	-	40							
V1:V2=1:2.0											
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	16	-	16	16	18	18	6	6	29ppm	99%
濾過液		16	16	3							
濃縮液		16	-	27							
原水流量	10	-	-	260					10		
濾液流量		320	60	120							
濃縮液流量		-	-	140							
V1:V2=1.5:1											
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	8.3	-	8.3	8.3	8.7	8.7	6	6	14ppm	97.7%
濾過液		8.3	8.3	3							
濃縮液		8.3	-	18.8							
原水流量	10	-	-	60					10		
濾液流量		120	60	40							
濃縮液流量		-	-	20							
V1:V2=2.0:1											
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程	Naイオン 最大値	塗料回収率
原水	6	7	-	7	7	7.2	7.2	6	6	12ppm	97.2%
濾過液		7	7	3							
濃縮液		7	-	19.2							
原水流量	10	-	-	40					10		
濾液流量		100	60	30							
濃縮液流量		-	-	10							

[0105] 表3においては、上述した各比率で膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合の第1および第2の膜濾過装置16, 18における原水の流量およびNaイオン濃度と濾過水の流量およびNaイオン濃度と濃縮液の流量およびNaイオン濃度と、流路51における濾過水の流量およびNaイオン濃度と、電着槽10内の電着溶液のNaイオン濃度と、第1の水洗槽11内の水洗水

のNaイオン濃度と、第2の水洗槽12内の水洗水のNaイオン濃度と、第3の水洗槽13内のNaイオン濃度とを示している。

[0106] また、図6は、表3における $V1 : V2 = 1 : 1$ の場合の各部の流量およびNaイオン濃度をそれぞれ示したものである。

[0107] 表3に示すNaイオン濃度は、第1の実施形態と同様に、複数の被塗装物を表1に示す流量で洗浄した場合における各洗浄後のNaイオン濃度の平均値である。なお、表3に示す「前処理」および「最終洗浄工程」の流量およびNaイオン濃度の意味も、第1の実施形態の実施例と同様である。また、Naイオン濃度とNVの測定方法も、第1の実施形態の実施例と同様である。

[0108] そして、表3および図6に示す各流量で、 $V1 : V2 = 1 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度が最も高くなり、Naイオン濃度の平均値は10ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は16ppmであった。すなわち、電着槽10のNaイオン濃度を30ppm以下に維持することができた。

[0109] また、表3に示すように、 $V1 : V2 = 1 : 1.5$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は11ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10ppmである場合でも、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の最大値は18ppmであった。すなわち、電着槽10のNaイオン濃度を30ppm以下に維持することができた。また、塗料回収率は98.5%であった。

[0110] また、表3に示すように、 $V1 : V2 = 1 : 2.0$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は18ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン濃度が、最大値で10ppmである場合でも、第1の水洗槽1

1 内の水洗水の Na イオン濃度の最大値は 29 ppm であった。すなわち、電着槽 10 の Na イオン濃度を 30 ppm 以下に維持することができた。また、塗料回収率は 99 % であった。

[0111] また、表 3 に示すように、 $V1 : V2 = 1.5 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の平均値は 8.7 ppm であった。また、前処理から持ち込まれる化成液の Na イオン濃度が、最大値で 10 ppm である場合でも、第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の最大値は 14 ppm であった。すなわち、電着槽 10 の Na イオン濃度を 30 ppm 以下に維持することができた。また、塗料回収率は 97.7 % であった。

[0112] また、表 3 に示すように、 $V1 : V2 = 2 : 1$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の平均値は 7.2 ppm であった。また、前処理から持ち込まれる化成液の Na イオン濃度が、最大値で 10 ppm である場合でも、第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の最大値は 12 ppm であった。すなわち、電着槽 10 の Na イオン濃度を 30 ppm 以下に維持することができた。また、塗料回収率は 97.2 % であった。

[0113] 表 3 に示す実施例の結果から、第 1 の実施形態の電着塗料回収システム 2 においても、 $V1 : V2 = 1 : 2 \sim 2 : 1$ とした場合、電着槽 10 の Na イオン濃度を 30 ppm 以下に維持することができ、かつ塗料回収率を 97.2 % 以上にすることができた。

[0114] 次に、表 4 は、比較例を示すものであり、 $V1 : V2 = 1 : 0$ の場合と、 $V1 : V2 = 1 : 2.1$ の場合の各部の流量および Na イオン濃度を示している。なお、表 4 に示す「前処理」および「最終洗浄工程」の流量および Na イオン濃度の意味も、上述した実施例と同様である。また、Na イオン濃度と NV の測定方法も実施例と同様である。

[表4]

V1:V2=1:0									
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程
原水	6	6	...	0	6.2	6.2	6.2	6	6
濾過液		6	6	0					
濃縮液		6	...	0					
原水流量	10	...	...	0					10
濾液流量		60	60	0					
濃縮液流量		...	...	0					
Naイオン 最大値									
									10ppm
									95.4%
V1:V2=1:2.1									
	前処理	第1の濾過膜装置	流路51	第2の濾過膜装置	電着槽	第1の水洗槽	第2の水洗槽	第3の水洗槽	後工程
原水	6	18	...	18	18	20	20	6	6
濾過液		18	18	3					
濃縮液		18	...	32					
原水流量	10	...	...	266					10
濾液流量		326	60	126					
濃縮液流量		...	...	140					
									34ppm
									99.5%

[0115] 表4に示すように、 $V1:V2=1:0$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、すなわち流路51側の濾過水のみを第3の水洗槽13に供給した場合、第1の水洗槽11内の水洗水のNaイオン濃度の平均値は6.2ppmであった。また、前処理から持ち込まれる化成液のNaイオン

濃度が、最大値で 10 ppm である場合でも、第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の最大値は 10 ppm であった。すなわち、Na イオン濃度は、30 ppm 以下に維持することができた。しかしながら、第 2 の濾過膜装置 18 による未電着塗料の回収効果を得ることができないので、塗料回収率は 95.4 % となり、実施例と比較すると非常に悪い値となった。

[0116] また、表 4 に示すように、 $V1 : V2 = 1 : 2$ に調整して膜濾過濾液多段回収水洗工程を行った場合、すなわち、第 2 の濾過膜装置 18 の濾液の供給量を第 1 の濾過膜装置 16 の濾液の供給量の 2 倍以上とした場合、Na イオンを含む濃縮液の戻し量も増え、これにより第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の平均値は 20 ppm であった。また、前処理から持ち込まれる化成液の Na イオン濃度が、最大値で 10 ppm である場合、第 1 の水洗槽 11 内の水洗水の Na イオン濃度の最大値は 34 ppm であった。すなわち、継続して洗浄を行った場合、電着槽 10 の Na イオン濃度は、30 ppm を超えることがわかった。ただし、塗料回収率は 99.5 % であった。

請求の範囲

- [請求項1] 被塗装物の電着塗装が行われる電着槽と、
電着塗装後の被塗装物の水洗が段階的に行われる少なくとも2つの水洗槽と、
限外濾過膜または精密濾過膜からなり、前記電着槽内の電着塗料を含む電着溶液の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、最終段の前記水洗槽と前記電着槽とに供給する第1の濾過膜と、
前記電着槽内の前記電着溶液および前記水洗槽内の水洗後の水のいずれか一方を限外濾過または精密濾過した濾過水を供給する供給系と、
逆浸透膜からなり、前記供給系から供給される前記濾過水の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、前記最終段の水洗槽と前記電着槽および前記最終段の水洗槽以外の水洗槽の何れかとに供給する第2の濾過膜と、
前記第1の濾過膜によって濾過された濾液および前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量をそれぞれ調整する流量調整部とを備え、
前記最終段の水洗槽から水洗後の水が前記電着槽側の水洗槽および前記電着槽に順に供給されることを特徴とする電着塗料回収システム。
- [請求項2] 前記供給系は、限外濾過膜又は精密濾過膜からなり、前記少なくとも2つの水洗槽のいずれかの水洗槽内の水洗後の水の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、前記供給系を介して前記第2の濾過膜と前記最終段の水洗槽よりも前記電着槽側の水洗槽に供給する第3の濾過膜を有することを特徴とする請求項1記載の電着塗料回収システム。
- [請求項3] 前記第1の濾過膜は、前記電着溶液の濾過により得られた濾液を、前記供給系を介して前記第2の濾過膜にも供給することを特徴とする請求項1記載の電着塗料回収システム。
- [請求項4] 前記流量調整部が、前記第1の濾過膜によって濾過された濾液の前

記最終段の水洗槽への供給量 V_1 と前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量 V_2 との比 $V_1 : V_2$ が、 $1 : 2 \sim 2 : 1$ となるように調整する請求項1から3いずれか1項記載の電着塗料回収システム。

[請求項5] 前記流量調整部が、前記 $V_1 : V_2$ が $1 : 1$ となるように調整する請求項4記載の電着塗料回収システム。

[請求項6] 前記流量調整部が、前記電着槽に最も近い前記水洗槽の水洗後の水のNaイオン濃度が30ppm以下となるように、前記第1の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量および前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量を調整する請求項1から5いずれか1項記載の電着塗料回収システム。

[請求項7] 前記最終段の水洗槽内の水洗後の水の電気伝導度を計測する計測部を備え、

前記流量調整部が、前記計測部によって計測された電気伝導度に基づいて、前記第1の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量および前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量を自動的に調整する請求項6記載の電着塗料回収システム。

[請求項8] 前記第2の濾過膜が、ゼータ電位が正である濾過膜である請求項1から7いずれか1項記載の電着塗料回収システム。

[請求項9] 被塗装物の電着塗装が行われる電着槽と、電着塗装後の被塗装物の水洗が段階的に行われる少なくとも2つの水洗槽と、限外濾過膜または精密濾過膜からなり、前記電着槽内の電着塗料を含む電着溶液の濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、最終段の前記水洗槽と前記電着槽とに供給する第1の濾過膜とを用い、前記最終段の水洗槽から水洗後の水が前記電着槽側の水洗槽および前記電着槽に順に供給される電着塗料回収方法であって、

前記電着槽内の前記電着溶液および前記水洗槽内の水洗後の水のいずれか一方を限外濾過または精密濾過した濾過水を、逆浸透膜からなる第2の濾過膜によって濾過し、

該濾過によって得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、前記最終段の水洗槽と前記電着槽および前記最終段の水洗槽以外の水洗槽の何れかに供給し、

前記第1の濾過膜によって濾過された濾液および前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量をそれぞれ調整することを特徴とする電着塗料回収方法。

[請求項10] 限外濾過膜又は精密濾過膜からなる第3の濾過膜を用い、前記少なくとも2つの水洗槽のいずれかの水洗槽内の水洗後の水を濾過し、該濾過により得られた濾液と濃縮液とをそれぞれ、前記第2の濾過膜と前記最終段の水洗槽よりも前記電着槽側の水洗槽に供給することを特徴とする請求項9記載の電着塗料回収方法。

[請求項11] 前記第1の濾過膜は、前記電着溶液の濾過により得られた濾液を前記第2の濾過膜にも供給することを特徴とする請求項9記載の電着塗料回収方法。

[請求項12] 前記第1の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量 V_1 と前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量 V_2 との比 $V_1 : V_2$ が、 $1 : 2 \sim 2 : 1$ となるように調整する請求項9から11いずれか1項記載の電着塗料回収方法。

[請求項13] 前記 $V_1 : V_2$ が $1 : 1$ となるように調整する請求項12記載の電着塗料回収方法。

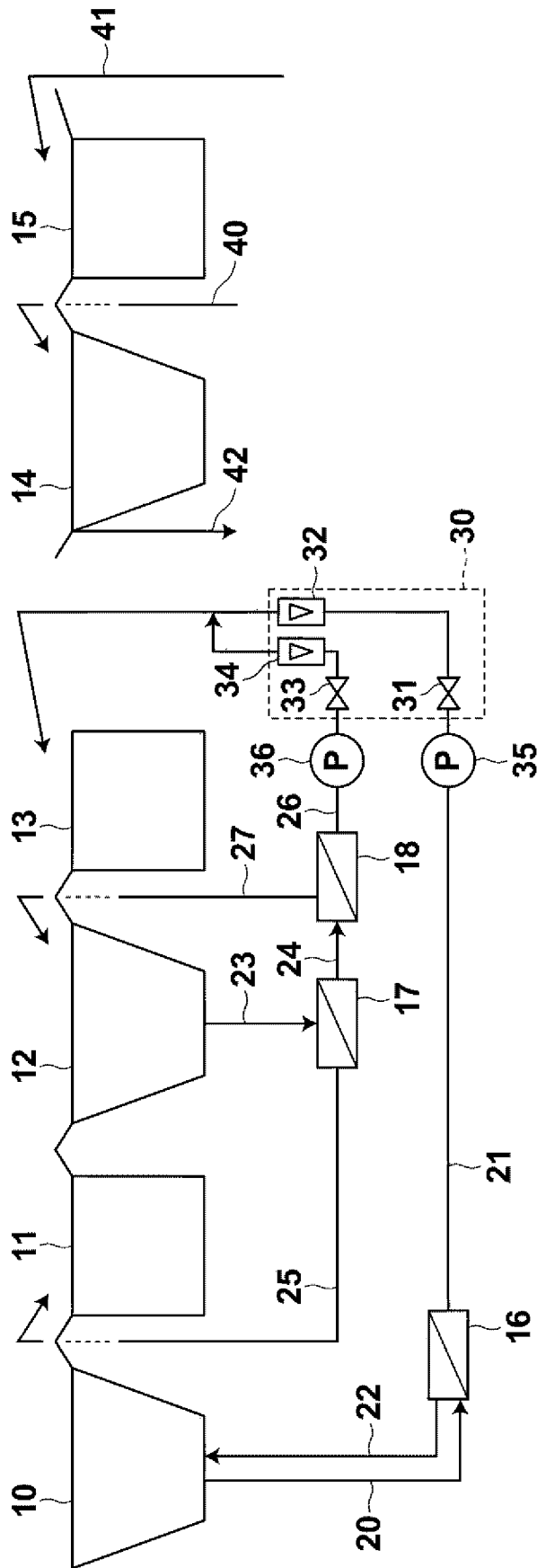
[請求項14] 前記電着槽に最も近い前記水洗槽の水洗後の水のNaイオン濃度が30ppm以下となるように、前記第1の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量および前記第2の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量を調整する請求項

9 から 1 3 いずれか 1 項記載の電着塗料回収方法。

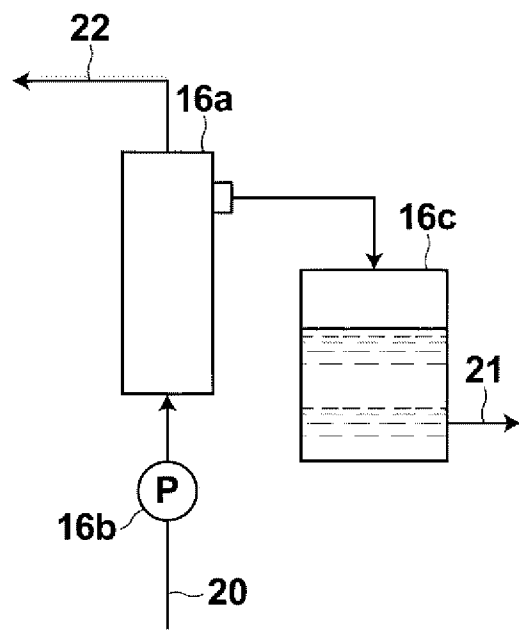
[請求項15] 前記最終段の水洗槽内の水洗後の水の電気伝導度を計測し、
該計測した電気伝導度に基づいて、前記第 1 の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量および前記第 2 の濾過膜によって濾過された濾液の前記最終段の水洗槽への供給量を自動的に調整する請求項 1 4 記載の電着塗料回収方法。

[請求項16] 前記第 2 の濾過膜が、ゼータ電位が正である濾過膜である請求項 9 から 1 5 いずれか 1 項記載の電着塗料回収方法。

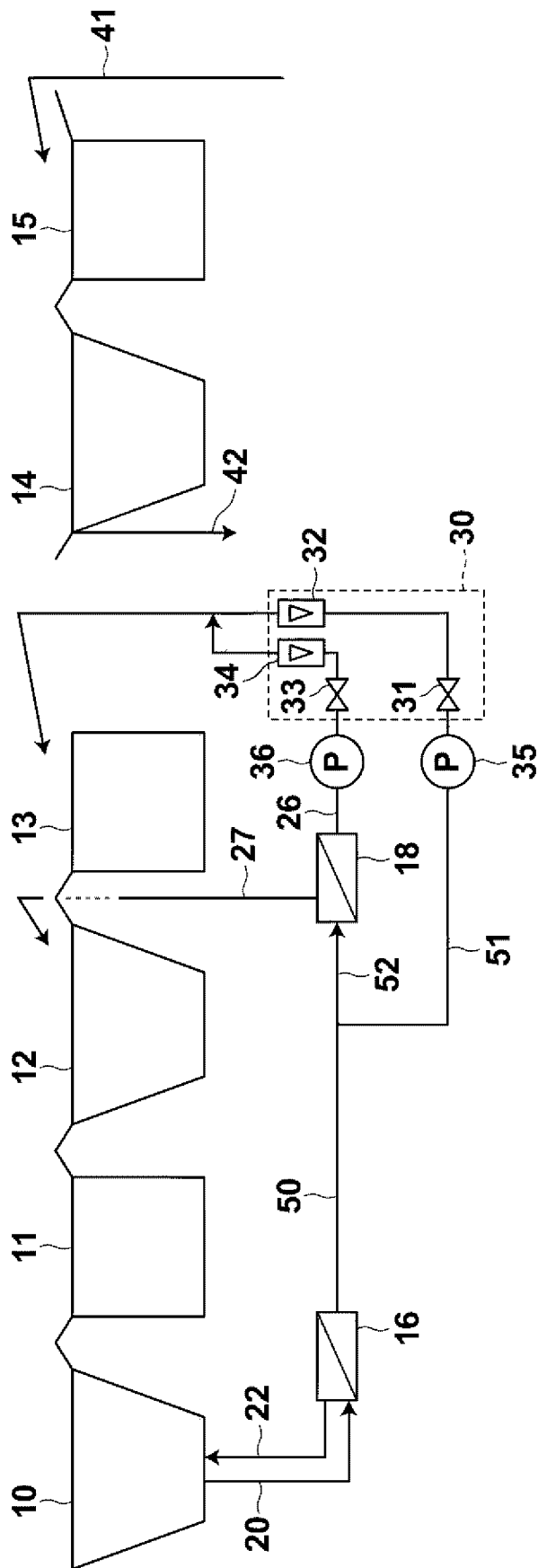
[図1]



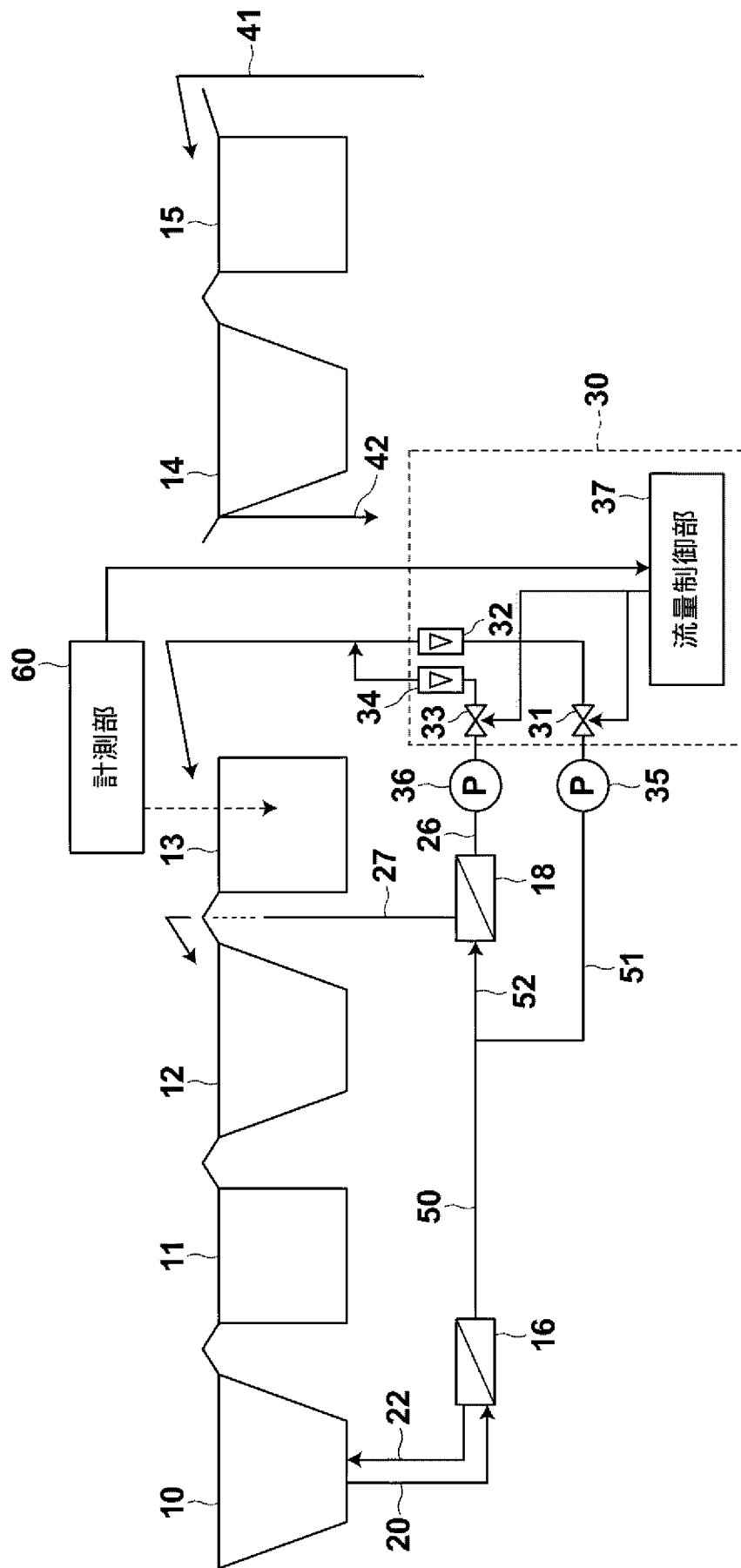
[図2]



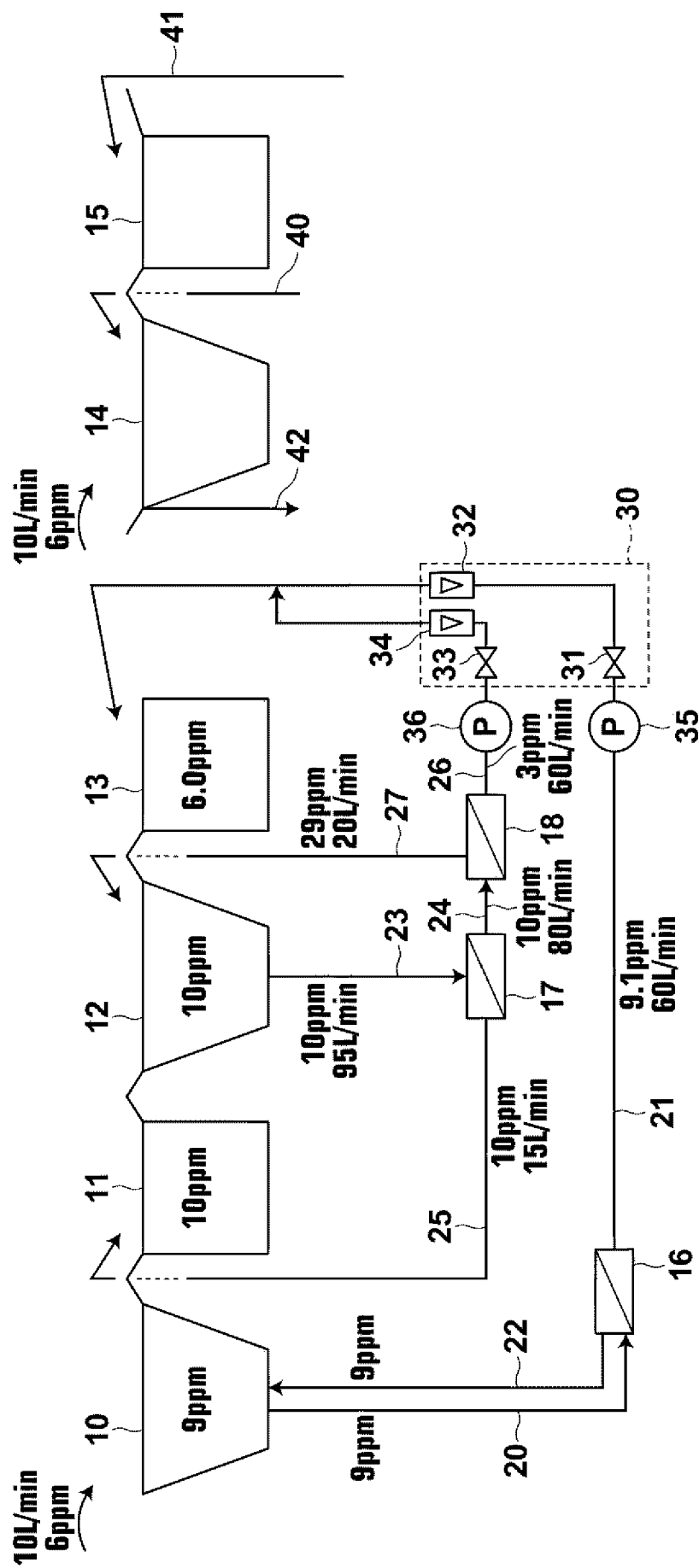
[図3]



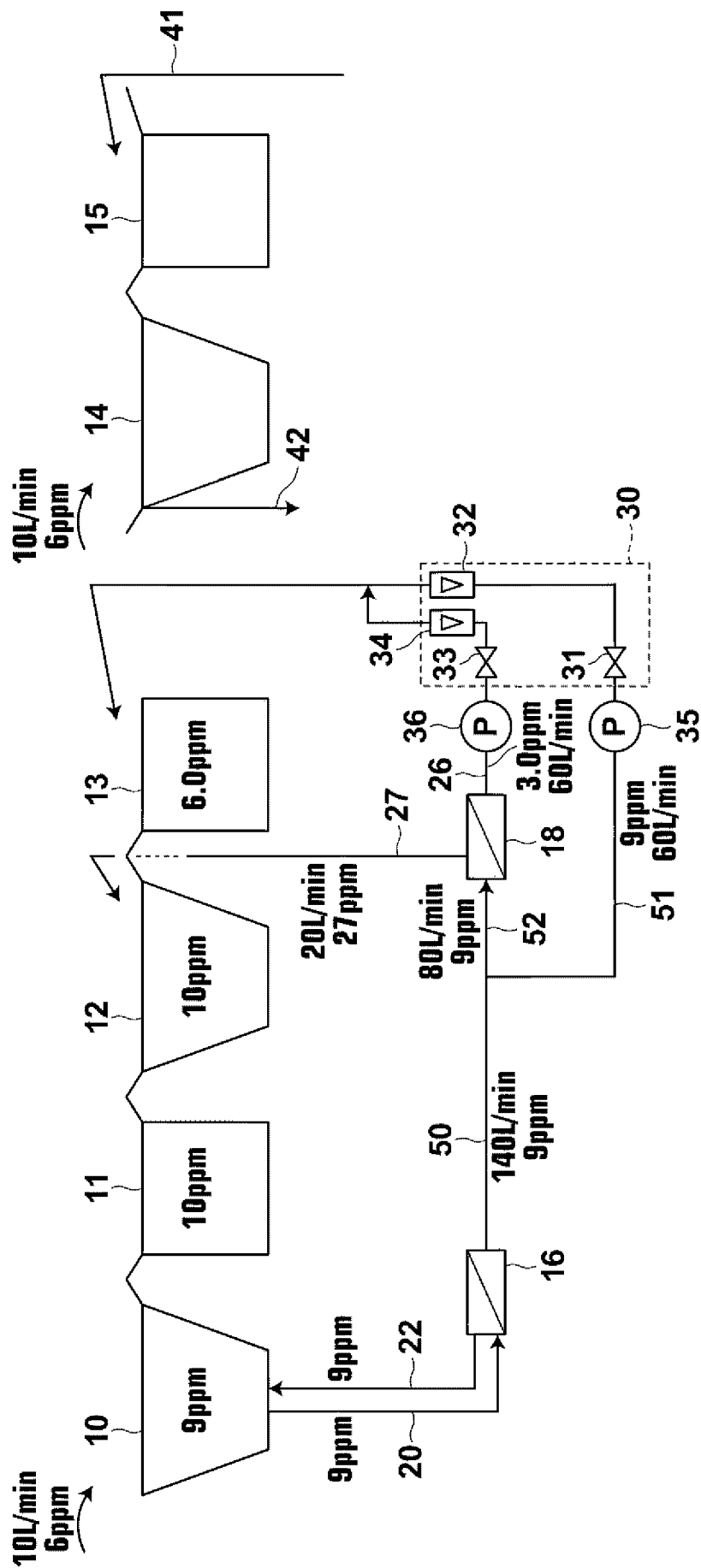
[図4]



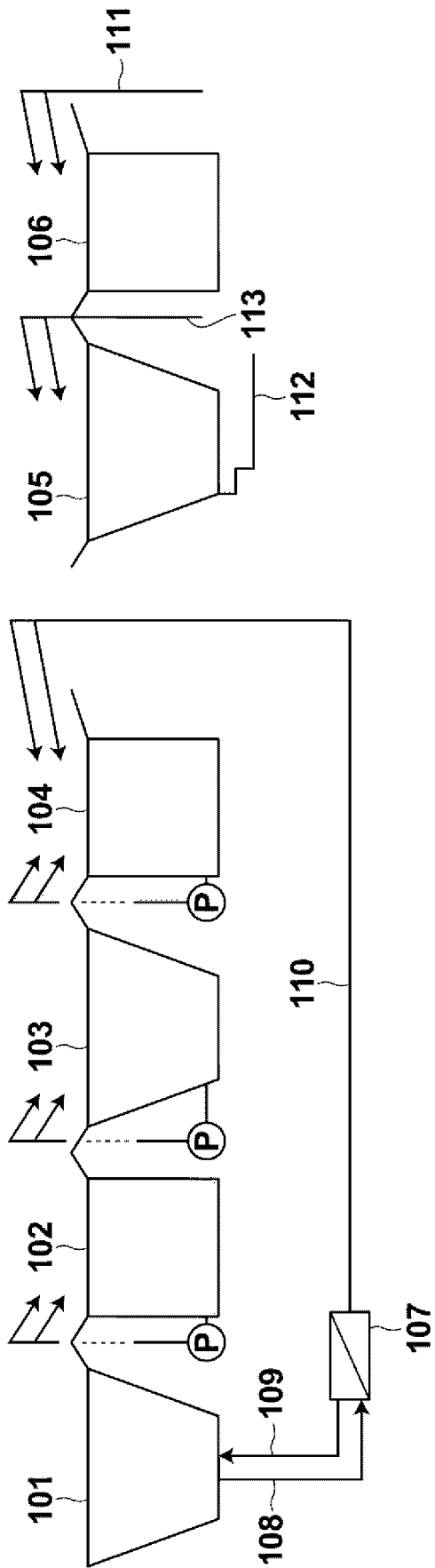
[図5]



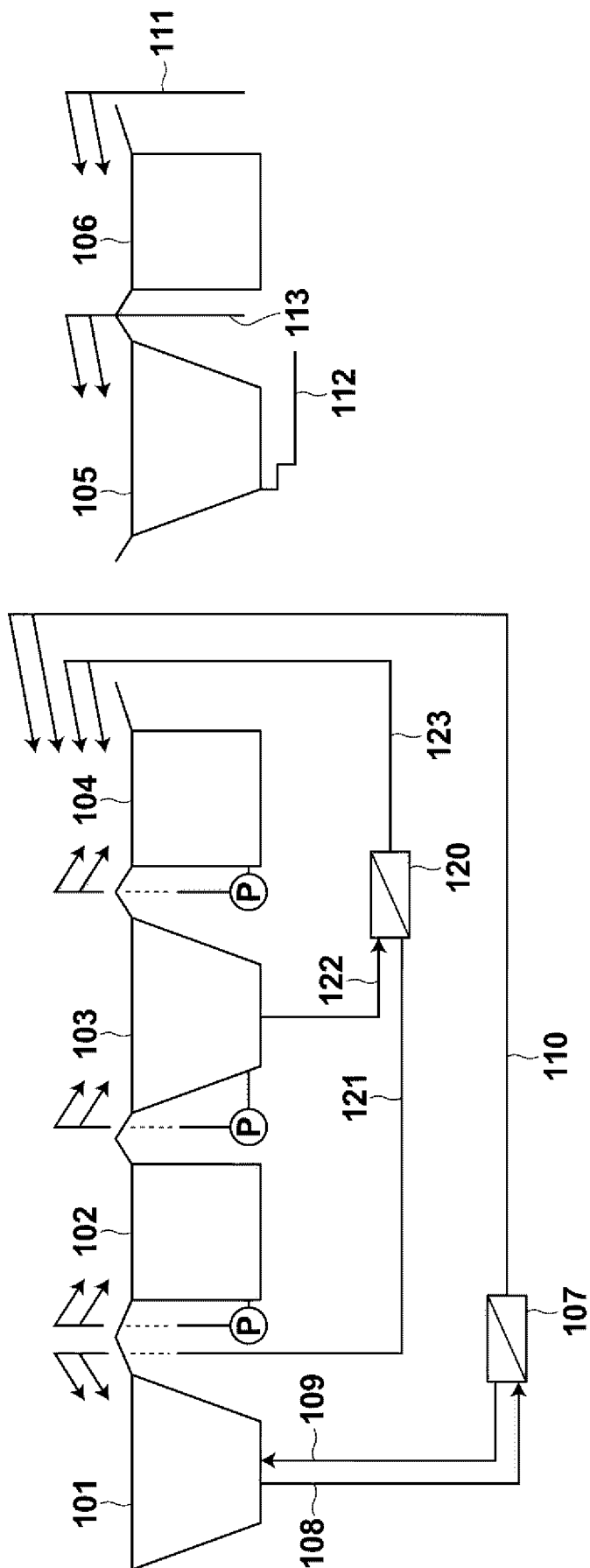
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/006485

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C25D13/24(2006.01) i, C25D13/00(2006.01) i

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)

C25D13/24, C25D13/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	JP 2011-99158 A (Asahi Kasei Chemicals Corp.), 19 May 2011 (19.05.2011), claims 1, 3; paragraphs [0014] to [0022]; fig. 2 (Family: none)	1-16
A	JP 7-224397 A (Shinto Paint Co., Ltd.), 22 August 1995 (22.08.1995), claim 1; paragraph [0007]; fig. 1 (Family: none)	1-16
A	JP 62-177196 A (Mitsubishi Electric Corp., Nitto Electric Industrial Co., Ltd.), 04 August 1987 (04.08.1987), claim 1; page 2, upper right column, line 2 to lower right column, line 5; fig. 1 (Family: none)	1-16

☒ 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
10 March 2016 (10.03.16)

Date of mailing of the international search report
22 March 2016 (22.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/006485

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 2004-149899 A (Yuasa Corp.), 27 May 2004 (27.05.2004), claims 1, 4; paragraphs [0005] to [0007], [0013] to [0018]; fig. 1 (Family: none)	1-16
A	JP 2003-105594 A (Nippon Paint Co., Ltd.), 09 April 2003 (09.04.2003), claim 1; paragraphs [0014] to [0040]; fig. 1 (Family: none)	1-16
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 171670/1978 (Laid-open No. 100965/1979) (Shinto Paint Co., Ltd.), 16 July 1979 (16.07.1979), claims; fig. 1 (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. C25D13/24(2006.01)i, C25D13/00(2006.01)i

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. C25D13/24, C25D13/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 請求項の番号
A	JP 2011-99158 A (旭化成ケミカルズ株式会社) 2011.05.19, 請求項1、請求項3、第[0014]～[0022]段落、図2 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 7-224397 A (神東塗料株式会社) 1995.08.22, 請求項1、第[0007]段落、図1 (ファミリーなし)	1-16

☒ 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

の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

10.03.2016

国際調査報告の発送日

22.03.2016

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)

向井 佑

4E

6217

電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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 請求項の番号
A	JP 62-177196 A (三菱電機株式会社、日東電気工業株式会社) 1987.08.04, 請求項1、第2頁右上欄第2行～右下欄第5行、 第1図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2004-149899 A (株式会社ユアサコーポレーション) 2004.05.27, 請求項1、請求項4、第[0005]～[0007]段落、 第[0013]～[0018]段落、図1 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2003-105594 A (日本ペイント株式会社) 2003.04.09, 請求項1、第[0014]～[0040]段落、図1 (ファミリーなし)	1-16
A	日本国実用新案登録出願53-171670号(日本国実用新案登録出願公開 54-100965号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (神東塗料株式会社) 1979.07.16, 実用新案登録請求の範囲、第1図 (ファミリーなし)	1-16