

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-69399

(P2010-69399A)

(43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
CO2F	1/461	(2006.01)	CO2F	1/46	101A	4D006
CO2F	1/58	(2006.01)	CO2F	1/58	H	4D015
CO2F	1/44	(2006.01)	CO2F	1/44	E	4D037
CO2F	1/52	(2006.01)	CO2F	1/44	K	4D038
CO2F	1/24	(2006.01)	CO2F	1/52	K	4D061

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-238500 (P2008-238500)
 (22) 出願日 平成20年9月17日 (2008.9.17)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100100712
 弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100101247
 弁理士 高橋 俊一
 (74) 代理人 100098327
 弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

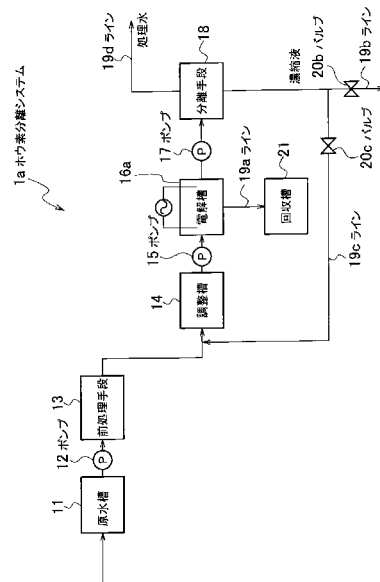
(54) 【発明の名称】 ホウ素分離システム

(57) 【要約】

【課題】簡単な構成および低コストで、ホウ素を含有する原水を、ホウ素と処理水とに分離することができる。

【解決手段】ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む原水が供給されると、供給された原水に電圧を印加し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽16aと、化学処理槽16aで生成されたホウ素を回収する回収槽21とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む原水が供給されると、供給された原水に電圧を印加し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽と、前記化学処理槽で生成されたホウ素を回収する回収槽と、を備えることを特徴とするホウ素分離システム。

【請求項 2】

原水に含まれる夾雑物を除去する処理手段を備え、前記化学処理槽は、前記処理手段の後段に設けられ、前記処理手段で夾雑物が除去された後の原水に電圧を印加することを特徴とする請求項 1 に記載のホウ素分離システム。

10

【請求項 3】

ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む原水を、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含むホウ酸含有水と、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩以外の不純物を含む不純物含有水とに分離する分離手段と、

前記第 1 の分離手段で分離されたホウ酸含有水が供給されると、供給されたホウ酸含有水に電圧を印加し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽と、

前記化学処理槽で生成されたホウ素を回収する回収槽と

を備えることを特徴とするホウ素分離システム。

【請求項 4】

前記化学処理槽の後段に設置され、前記化学処理槽から供給されるホウ素含有水を貯水してホウ素の不溶化を促進させる晶析槽を備え、

前記回収槽は前記晶析槽で不溶化が促進されたホウ素を回収することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 に記載のホウ素分離システム。

20

【請求項 5】

前記化学処理槽の後段に設置され、前記化学処理槽から流出されるホウ素含有水に、ホウ素を吸着する吸着剤を注入する吸着剤注入手段を備え、

前記回収槽はホウ素を吸着した前記吸着剤を回収することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 に記載のホウ素分離システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、ホウ素を含有する原水を、ホウ素と処理水とに分離するホウ素分離システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

ホウ素は、ガラス産業やメッキ産業等において工業材料として広く利用される物質である。一方、ホウ素は、神経障害や消化器異常等、人体に悪影響を及ぼす物質として知られている。そのため、ホウ素の排水基準値は 10 mg/L 、環境基準値は 1 mg/L と規定されており、ホウ素を含有する産業排水からはホウ素を除去する必要がある。

【0003】

40

海水には、 $4 \sim 5 \text{ mg/L}$ の濃度でホウ素が存在している。したがって、仮に、海水から水道水を生産しようとする場合には、海水からホウ素を除去する必要がある。また、海水からホウ素を選択的に回収することができれば、海水から回収したホウ素を工業材料として利用することができる。日本では、工業材料のホウ素の略 100% を海外から輸入しており、海水からホウ素を回収できれば、このホウ素の回収は有効である。

【0004】

ホウ素含有水をホウ素と処理水とに分離する方法としては、「凝集沈殿法」、「イオン交換樹脂法」または「逆浸透膜法」が知られている。「凝集沈殿法」は、ホウ酸イオンを含む水中にカルシウム系またはアルミニウム系の凝集剤を注入し、凝集剤にホウ素を取り込んで共沈させる方法である（例えば、特許文献 1 参照）。また、「イオン交換樹脂法」

50

は、水中に溶解している多様な形態のホウ酸イオンをイオン交換樹脂により捕捉、除去、回収する方法である（例えば、特許文献 2 参照）。また、「逆浸透膜法」は、酢酸セルロース系またはポリアミド系の逆浸透膜で処理する方法である。

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 2 3 6 5 6 2 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 3 1 4 1 3 0 号公報

【特許文献 3】特開平 9 - 2 9 0 2 7 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、凝集沈殿法では、ホウ素の回収率が低く、しかも大量に発生したホウ素を含む汚泥を処理している。また、イオン交換樹脂法では、大量のイオン交換樹脂が必要である。さらに、逆浸透膜法では、ホウ素の除去率が 45 ~ 75 % であり、通常は 2 段階の複雑な処理が必要である。

10

【0006】

上記課題に鑑み、本発明は、簡単な構成および低コストで、ホウ素を含有する原水を、ホウ素と処理水とに分離するホウ素分離システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の特徴に係るホウ素分離システムは、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む原水が供給されると、供給された原水に電圧を印加し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽と、前記化学処理槽で生成されたホウ素を回収する回収槽とを備える。

20

【0008】

また、本発明の他の特徴に係るホウ素分離システムは、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む原水を、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む濃縮液とホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含まない処理水とに分離する第 1 の分離手段と、前記分離手段から濃縮液が供給されると、供給された濃縮液に電圧を印加し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽と、前記化学処理槽で生成されたホウ素を回収する回収槽とを備える。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、簡単な構成および低コストで、ホウ素を含有する原水を、ホウ素と処理水とに分離することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下に図面を用いて本発明の各実施形態に係るホウ素分離システムについて説明する。このホウ素分離システムは、ホウ素含有水である原水を、ホウ素とホウ素を含まない処理水とに分離する。ホウ素は、水に溶けやすい性質であるため、ホウ素含有水は、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩としてホウ素を含んでいる。そのため、本発明に係るホウ素分離システムは、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩からホウ素を生成した後、ホウ素を回収する。例えば、このホウ素分離システムで分離された処理水は、有害物質であるホウ素が除去されているため、水道水として利用することができる。また例えば、ホウ素分離システムで分離されたホウ素は、回収後に工業材料として利用することができる。なお、以下の説明において、同一の構成には同一の符号を付して説明を省略する。

40

【0011】

第 1 の実施形態

図 1 に示すように、第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a は、原水に含まれる不純物を除去する処理手段である原水槽 1 1、前処理手段 1 3 および調整槽 1 4 と、ホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩を含む原水に電圧を印加して電気化学的な処理を施し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽である電解槽 1 6 a と、生成されたホウ素を含むホウ素含有水を、ホウ素と処理水とに分離する分離手段 1 8 と、電解槽 1 6 a で原水から電極に析出されたホウ素を回収する回収槽 2 1 とを備えている。

50

【 0 0 1 2 】

原水槽 1 1 は、処理対象として供給される原水を一時貯水し、貯水する原水が含む不純物（夾雑物や砂）をスクリーニングや沈降により原水から不純物を除去する。原水槽 1 1 で不純物が除去された原水は、ポンプ 1 2 によって前処理手段 1 3 に送水される。

【 0 0 1 3 】

前処理手段 1 3 は、原水をろ過することによって原水槽 1 1 で除去することのできない不純物を除去し、調整槽 1 4 に送水する。この前処理手段 1 3 は、例えば、（ 1 ）原水に凝集剤を注入して不純物を沈澱させて砂ろ過する処理、（ 2 ）原水に凝集剤を注入して不純物を浮上させて分離する処理、（ 3 ）原水に凝集剤を注入して精密ろ過膜（MF膜）でろ過する処理、または、（ 4 ）原水に凝集剤を注入して限界ろ過膜（UF膜）でろ過する処理
10

【 0 0 1 4 】

前処理手段 1 3 では、原水槽 1 1 で除去できない沈降しにくい不純物を除去することができるが、ホウ素分離システム 1 a の分離対象であるホウ素は、この前処理手段 1 3 によっても分離することはできない。したがって、前処理手段 1 3 から送水される原水は、ホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含んでいる。

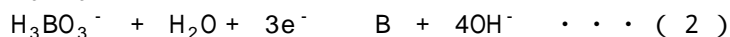
【 0 0 1 5 】

調整槽 1 4 は、前処理手段 1 3 でろ過された原水を一時貯水する。その後、調整槽 1 4 で貯水された原水は、ポンプ 1 5 によって、電解槽 1 6 a に送水される。

【 0 0 1 6 】

電解槽 1 6 a では、送水される原水に電圧を印加して、還元によって原水に含まれるホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩からホウ素を生成して不溶化する。例えば、電解槽 1 6 a に供給された原水がホウ酸を含む場合、下記の式（ 1 ）に示す反応が起こる。また、電解槽 1 6 a に供給された原水がホウ酸イオンを含む場合、下記の式（ 2 ）に示す反応が起こる。
20

【 0 0 1 7 】



ここで、電解槽 1 6 a における反応電位は、標準電位と、原水に含まれる反応物質の濃度に応じて定められる。例えば、ホウ酸を含む原水に関する式（ 1 ）の場合の標準電位は
30
- 0.87 V（ 25 ）であり、この場合の印加電圧は、標準電位と、電解槽 1 6 a 中のホウ酸 H_3BO_3 、水素イオン H^+ 、ホウ素 B および水 H_2O の濃度に応じて定められる。また、ホウ酸イオンを含む原水に関する式（ 2 ）の場合の標準電位は - 1.79 V（ 25 ）であり、この場合の印加電圧は、標準電位と、ホウ酸イオン H_3BO_3^- 、水 H_2O 、ホウ素 B、水酸化物イオン OH^- の濃度に応じて定められる。

【 0 0 1 8 】

電解槽 1 6 a はホウ素含有水が供給されると、電極近傍で（ 1 ）および（ 2 ）の反応によりホウ素が析出して、一部は電極に付着し、残りはホウ素含有水として分離手段 1 8 へ送水される。電極近傍に析出したホウ素は、定期的、例えば、分離手段 1 8 の洗浄時に電極の電位を一時的に反転または短絡させることで、電極付近に付着した析出物を除去し、
40
電極近傍のホウ素含有水を析出物と共にライン 1 9 a を介して回収槽 2 1 へと送水する。この操作により、電極に析出していたホウ素及び電極近傍で還元されていたホウ素の回収とともに、電極の性能を回復することができる。電解槽 1 6 a には、ホウ素を回収する回収槽 2 1 と分離手段 1 8 が接続されている。電極近傍から離れたホウ素は、（ 1 ）および（ 2 ）の逆反応により、一部はホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩に戻るが、一部は析出したホウ素のまま、分離手段 1 8 へ送水される。

【 0 0 1 9 】

分離手段 1 8 はホウ素含有水の脱塩が主目的であるが、電解槽 1 6 a で除去した残りのホウ素含有水が供給されると、析出したホウ素がそのままの形態であれば、分離手段 1 8 で供給されたホウ素含有水をホウ素と処理水とに分離する。また、分離手段 1 8 は、処理
50

水をライン 19 d から排出する。このとき、分離手段 18 は、原水から一部のホウ素を分離するが、ホウ素のみを選択して回収することは困難であるため、実際には、ライン 19 b から排出されるのは、原水から処理水が分離された後の濃縮液となる。

【0020】

例えば、分離手段 18 は、逆浸透膜（RO膜）のような分離膜であり、電解槽で析出したホウ素がそのままの形状であれば分離することができる。また、RO膜はホウ酸やホウ酸イオンまたはホウ酸塩である場合には、分子が小さいため、一部はRO膜を透過してしまうが、電解槽 16 a 及び回収槽 21 においてあらかじめホウ素を回収しているので、ホウ酸やホウ酸イオンまたはホウ酸塩として残っている量が少なく、システムとしては高いホウ素回収効率となる。

10

【0021】

ライン 19 b には、図 1 に示すようにライン 19 c が接続されており、例えば、濃縮液のホウ素の濃度が高いときには、分離手段 18 から排出された濃縮液は、ライン 19 b を介して調整槽 14 に供給される。この場合、濃縮液を調整槽 14 に返送するか否かは、ライン 19 b に接続されるバルブ 20 b とライン 19 c に接続されるバルブ 20 c の開閉により調節する。具体的には、バルブ 20 b を閉とし、バルブ 20 c を開としたときに、濃縮液を調整槽 14 に返送することができる。なお、バルブ 20 b, 20 c によってライン 19 b, 19 c の流量の割合をコントロールし、同時に分離手段 18 から排出された濃縮液の一部を排出し、残りを調整槽 14 に返送することも可能である。

20

【0022】

上述した第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a では、電解槽 16 a において還元によってホウ素を原水から分離し、電解槽 16 a で原水から分離したホウ素を回収槽 21 で回収することができる。

【0023】

なお、図 1 に示すホウ素分離システム 1 a の回収槽 21 で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

【0024】

第 2 の実施形態

図 2 に示すように、第 2 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 b は、図 1 に示した第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a と比較して、調整槽 14 の後段に電解槽 16 a を備えず、原水槽 11 と前処理手段 13 の間に電解槽 16 b が設置されている点で異なる。また、ホウ素分離システム 1 b では、分離手段 18 から排出された濃縮液は、調整槽 14 ではなく、電解槽 16 b に返送される。

30

【0025】

電解槽 16 b では、図 1 に示した電解槽 16 a と同様に原水に電圧を印加するが、電解槽 16 b には前処理手段 13 で不純物を除去する前の原水が送水されるため、電解槽 16 b に供給される原水の方が、前処理手段 13 の後段に設置される電解槽 16 a に供給される原水よりも多くの不純物が含まれており電解質濃度が高い。したがって、前処理手段 13 の前段に電解槽 16 b を設置した場合、電解槽 16 b での導電率が高くなるため、印加電圧を低くすることができる。

40

【0026】

上述した第 2 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 b では、電解槽 16 b において還元によってホウ素を原水から分離し、電解槽 16 b で原水から分離したホウ素を回収槽 21 で回収することができる。

【0027】

また、第 2 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 b では、電解槽 16 b は電解質濃度の高い原水に電圧を印加するため、第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a の場合と比較して、印加電圧を低減し、省電力を実現することができる。

【0028】

50

なお、図 2 に示すホウ素分離システム 1 b の回収槽 2 1 で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

【0029】

第 3 の実施形態

図 3 に示すように、第 3 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 c は、図 1 に示した第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a と比較して、調整槽 1 4 の後段に電解槽 1 6 a を備えず、ライン 1 9 c 上に電解槽 1 6 c が設置されている点で異なる。

【0030】

電解槽 1 6 c では、図 1 に示した電解槽 1 6 a と同様に原水に電圧を印加するが、電解槽 1 6 b には分離手段 1 8 で処理水が分離された後のホウ酸、ホウ酸イオンまたはホウ酸塩を含む濃縮液が送水されるため、電解槽 1 6 c に供給される濃縮液の方が、分離手段 1 8 の前段に設置される電解槽 1 6 a に供給される原水よりも電解質濃度が高い。したがって、分離手段 1 8 の後段に電解槽 1 6 c を設置した場合、電解槽 1 6 c での導電率が高くなるため、印加電圧を低くすることができる。

【0031】

上述した第 3 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 c は、電解槽 1 6 c において還元によってホウ素を原水から分離し、電解槽 1 6 c で原水から分離したホウ素を回収槽 2 1 で分離することができる。

【0032】

また、第 3 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 c では、電解槽 1 6 c は電解質濃度の高い濃縮液に電圧を印加するため、第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a の場合と比較して、印加電圧を低減し、省電力を実現することができる。

【0033】

なお、図 3 に示すホウ素分離システム 1 c の回収槽 2 1 で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

【0034】

第 4 の実施形態

図 4 に示すように、第 4 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 d は、ホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩を含む原水を、ホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩を含むホウ酸含有水と、ホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩以外の不純物を含む不純物含有水とに分離する第 1 の分離手段 2 2 a と、第 1 の分離手段 2 2 a で分離されたホウ酸含有水に電圧を印加して電気化学的な処理を施し、還元によってホウ素を生成する化学処理槽である電解槽 1 6 d と、生成されたホウ素を含むホウ素含有水を、ホウ素と処理水とに分離する第 2 の分離手段 2 2 b と、第 2 の分離手段 2 2 b でホウ素含有水から分離されたホウ素を回収する回収槽 2 1 とを備えている。

【0035】

第 1 の分離手段 2 2 a は、ホウ酸含有水を電解槽 1 6 d に送水し、不純物含有水をライン 1 9 e から排出する。第 1 の分離手段 2 2 a は、逆浸透膜のような分離膜であるが、例えば、原水からホウ酸、ホウ酸イオンおよびホウ酸塩以外の不純物を分離することができるナノろ過膜 (NF 膜) のような分離膜を用いることでポンプ動力を低減することもできる。

【0036】

図 4 に示すように、ライン 1 9 e にはライン 1 9 f が接続されており、第 1 の分離手段 2 2 a から排出された不純物含有水を、ライン 1 9 f を介して調整槽 1 4 に循環し、第 1 の分離手段 2 2 a で再び分離処理を行なうこともできる。例えば、第 1 の分離手段 2 2 a における分離の精度が低い場合、複数回の分離処理を行なうことで不純物含有水からホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩を分離することができる。不純物含有水をライン f を介して調整槽 1 4 に返送するためには、バルブ 2 0 e を閉にし、バルブ 2 0 f を開にす

10

20

30

40

50

ればよい。

【0037】

電解槽16dでは、図1に示した電解槽16aと同様にホウ酸含有水に電圧を印加し、還元によってホウ素を生成する。そして、回収槽21にてホウ素が回収される。

【0038】

上述した第4の実施形態に係るホウ素分離システム1dでは、電解槽16dにおいて還元によってホウ素を生成し、電解槽16dで原水から分離したホウ素を回収槽21で回収することができる。

【0039】

また、第4の実施形態に係るホウ素分離システム1dでは、電解槽16dは、第1の分離手段22aで他の不純物を分離したホウ酸含有水からホウ酸を生成するため、第1の実施形態にかかるホウ素分離システム1aの場合と比較して、回収するホウ素の純度を向上することができる。

10

【0040】

なお、図4に示すホウ素分離システム1dの回収槽21で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

【0041】

第5の実施形態

図5に示すように、第5の実施形態に係るホウ素分離システム2aは、図1に示した第1の実施形態に係るホウ素分離システム1aと比較して、電解槽16aとポンプ17の間に晶析槽23が設置されている点と、晶析槽23に回収槽21が設置されている点で異なる。また、ホウ素分離システム2aでは、ライン19cを有していない。

20

【0042】

この晶析槽23は、電解槽16aで生成されたホウ素（電解槽16aの電極付近に付着し、定期的に除去された析出物としてのホウ素を含む）を含有した原水が供給されると、この原水を貯水するとともに、ホウ素がホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩に戻る前に、原水の温度やpHを変化させたり、助剤を添加することで、ホウ素の不溶化を促進させる。

【0043】

第1の実施形態では、電解槽16aで生成されたホウ素の一部がホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩に戻ることが考えられたが、電解槽16aで生成されたホウ素が晶析槽23で不溶化の促進がなされるため、ホウ素として存在させることが可能となる。

30

【0044】

晶析槽23で不溶化されたホウ素の回収は、晶析槽23でホウ素を沈降させ、底部に溜まったホウ素を回収槽21に回収することで可能となる。このように晶析槽23を利用した場合、この晶析槽23において十分にホウ素を回収することができるため、濃縮液を調整槽14に返送する必要がなくなる。

【0045】

上述した第5の実施形態に係るホウ素分離システム2aでは、このように晶析槽23でホウ素の不溶化を促進させることで、回収槽21におけるホウ素の回収効率を向上させることができる。

40

【0046】

なお、図5に示すホウ素分離システム2aの回収槽21回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。また、電解槽16aの電極付近に付着し、定期的に除去された析出物としてのホウ素の回収は、第1の実施形態のように電解槽16aに回収槽21を接続して回収しても良い。

【0047】

第6の実施形態

50

図6に示すように、第6の実施形態に係るホウ素分離システム2bは、図2に示した第2の実施形態に係るホウ素分離システム1bと比較して、電解槽16bとポンプ17の間に、電解槽16bから供給される原水を貯水し、この原水の温度やpHを変化させたり、助剤を添加することで、ホウ素の不溶化を促進させる晶析槽23が設置されている点と、晶析槽23に回収槽21が設置されている点で異なる。また、ホウ素分離システム2bでは、ライン19cを有していない。

【0048】

上述した第6の実施形態に係るホウ素分離システム2bでは、第5の実施形態のように晶析槽23でホウ素の不溶化を促進させることで、回収槽21におけるホウ素の回収効率を向上させることができる。また、このように晶析槽23を利用した場合、この晶析槽23において十分にホウ素を回収することができるため、濃縮液を調整槽14に返送する必要がなくなる。

10

【0049】

なお、図6に示すホウ素分離システム2bの回収槽21で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

【0050】

第7の実施形態

図7に示すように、第7の実施形態に係るホウ素分離システム2cは、図3に示した第2の実施形態に係るホウ素分離システム1cと比較して、電解槽16cとポンプ17の間に、電解槽16bから供給される原水を貯水し、この原水に熱や薬品を加えたり、圧力を低下させることで、ホウ素の不溶化を促進させる晶析槽23が設置されている点と、晶析槽23に回収槽21が設置されている点で異なる。

20

【0051】

上述した第7の実施形態に係るホウ素分離システム2cでは、第5の実施形態のように晶析槽23でホウ素の不溶化を促進させることで、回収槽21におけるホウ素の回収効率を向上させることができる。

【0052】

なお、図7に示すホウ素分離システム2cの回収槽21で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

30

【0053】

第8の実施形態

図8に示すように、第8の実施形態に係るホウ素分離システム2dは、図4に示した第4の実施形態に係るホウ素分離システム1dと比較して、電解槽16dとポンプ17の間に、電解槽16bから供給される原水を貯水し、この原水に熱や薬品を加えたり、圧力を低下させることで、ホウ素の不溶化を促進させる晶析槽23が設置されている点と、晶析槽23に回収槽21が設置されている点で異なる。また、ホウ素分離システム2dでは、ライン19cを有していない。

【0054】

上述した第8の実施形態に係るホウ素分離システム2dでは、第5の実施形態のように晶析槽23でホウ素の不溶化を促進させることで、回収槽21におけるホウ素の回収効率を向上させることができる。また、このように晶析槽23を利用した場合、この晶析槽23において十分にホウ素を回収することができるため、濃縮液を調整槽14に返送する必要がなくなる。

40

【0055】

なお、図8に示すホウ素分離システム2dの回収槽21で回収された回収物にはホウ素以外の不純物も含まれるので、回収物は図示しない精製工程に運ばれ、精製条件を整えることで、不純物が取り除かれ純度の高いホウ素を得ることができる。

【0056】

50

第 9 の実施形態

図 9 に示すように、第 9 の実施形態に係るホウ素分離システム 3 a は、図 1 に示した第 1 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 a と比較して、ポンプ 1 7 と分離手段 1 8 の間に吸着剤注入手段 2 4 を備えている点で異なる。また、ホウ素分離システム 3 a では、電解槽 1 6 a ではなく、分離手段 1 8 に回収槽 2 1 が接続されている。

【 0 0 5 7 】

この吸着剤注入手段 2 4 は、電解槽 1 6 a で生成したホウ素（電解槽 1 6 a の電極付近に付着し、定期的に除去された析出物としてのホウ素を含む）を含む原水に、ホウ素を吸着する吸着剤を注入する。この吸着剤は、例えば、粉末活性炭や、磁性担体の表面にホウ素を吸着する物質をコーティングした粒子である。この吸着剤注入手段 2 4 が原水に注入する吸着剤は、ホウ酸、ホウ酸イオン、または、ホウ酸塩を吸着することは困難であるが、電解槽 1 6 a で生成したホウ素を吸着しやすい性質があるので、電解槽 1 6 a で生成したホウ素を吸着剤で吸着させることができる。

10

【 0 0 5 8 】

分離手段 1 8 では、このホウ素が吸着した吸着剤を分離する。吸着剤は大きさをコントロールして製造することができるので、分離手段 1 8 で容易に分離し、回収槽 2 1 で回収することができる。

【 0 0 5 9 】

また、分離手段としては、処理水を水道水として利用できる水質を求めるのであれば、ホウ素が吸着した吸着剤以外の不純物除去のために、逆浸透膜（RO 膜）を使用するが、ホウ素の分離回収を主たる目的とし吸着剤の分離を行うのであれば、吸着剤の大きさに応じて、精密ろ過膜（MF 膜）、限界ろ過膜（UF 膜）等を使用することで、ろ過に必要な圧力が低くなり、ポンプ動力を低減することができる。

20

【 0 0 6 0 】

上述した第 9 の実施形態に係るホウ素分離システム 3 a では、このように吸着剤注入手段 2 4 によって注入された吸着剤にホウ素を吸着させて分離することで、分離手段 1 8 におけるホウ素の分離効率が向上する。

【 0 0 6 1 】

なお、図 9 に示すホウ素分離システム 3 a は、回収槽 2 1 を内部に備える構成であるが、ホウ素分離システムから排出されるホウ素の回収はシステムの外部で行なってもよい。

30

【 0 0 6 2 】

また、電解槽 1 6 a の電極付近に付着し、定期的に除去された析出物としてのホウ素の回収は、第 1 の実施形態のように電解槽 1 6 a に回収槽 2 1 を設けて回収しても良い。ホウ素を回収して精製する工程を外部に設けることにより、純度の高いホウ素を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

第 1 0 の実施形態

図 1 0 に示すように、第 1 0 の実施形態に係るホウ素分離システム 3 b は、図 2 に示した第 2 の実施形態に係るホウ素分離システム 1 b と比較して、ポンプ 1 7 と前処理手段 1 3 の間に、ホウ素を吸着する吸着剤を原水に注入する吸着剤注入手段 2 4 を備えている点で異なる。また、ホウ素分離システム 3 b では、電解槽 1 6 b ではなく、前処理手段 1 3 に設けられたろ過膜に回収槽 2 1 が接続されている。

40

【 0 0 6 4 】

上述した第 1 0 の実施形態に係るホウ素分離システム 3 b では、第 9 の実施形態のように吸着剤注入手段 2 4 によって注入された吸着剤にホウ素を吸着させて分離することで、分離手段 1 8 におけるホウ素の分離効率が向上する。

【 0 0 6 5 】

なお、図 1 0 に示すホウ素分離システム 3 b は、回収槽 2 1 を内部に備える構成であるが、ホウ素分離システムから排出されるホウ素の回収はシステムの外部で行なってもよい。ホウ素を回収して精製する工程を外部に設けることにより、純度の高いホウ素を得るこ

50

とができる。

【0066】

第11の実施形態

図11に示すように、第11の実施形態に係るホウ素分離システム3cは、図3に示した第3の実施形態に係るホウ素分離システム1cと比較して、ポンプ17と調整槽14の間に、ホウ素を吸着する吸着剤を原水に注入する吸着剤注入手段24と、ホウ素と処理水とを分離する分離手段25とを備えている点で異なる。また、ホウ素分離システム3cでは、回収槽21が分離手段25の後段に設けられている。

【0067】

この第11の実施形態に係るホウ素分離システム3cでは、吸着剤注入手段24が電解槽16cで濃縮液に電圧を印加して生成されたホウ素を含む濃縮液に吸着剤を注入し、吸着剤にホウ素を吸着させる。分離手段25では、吸着剤によって吸着されたホウ素と、処理水とを分離して、ホウ素を回収槽21に排出し、処理水は調整槽14に循環させる。

【0068】

上述した第11の実施形態に係るホウ素分離システム3cでは、第9の実施形態のように吸着剤注入手段24によって注入された吸着剤で吸着されたホウ素を分離することで、分離手段25におけるホウ素の分離効率が向上する。

【0069】

なお、図11に示すホウ素分離システム3cは、回収槽21を内部に備える構成であるが、ホウ素分離システムから排出されるホウ素の回収はシステムの外部で行なってもよい。ホウ素を回収して精製する工程を外部に設けることにより、純度の高いホウ素を得ることができる。

【0070】

第12の実施形態

図12に示すように、第12の実施形態に係るホウ素分離システム3dは、図4に示した第4の実施形態に係るホウ素分離システム1dと比較して、ポンプ15と第2の分離手段22bの間に、ホウ素を吸着する吸着剤を原水に注入する吸着剤注入手段24を備えている点で異なる。また、ホウ素分離システム3bでは、電解槽16bではなく、第2の分離手段22bに回収槽21が接続されている。

【0071】

上述した第12の実施形態に係るホウ素分離システム3dでは、第9の実施形態のように吸着剤注入手段24によって注入された吸着剤で吸着されたホウ素を分離することで、第2の分離手段22bにおけるホウ素の分離効率が向上する。

【0072】

なお、図12に示すホウ素分離システム3dは、回収槽21を内部に備える構成であるが、ホウ素分離システムから排出されるホウ素の回収はシステムの外部で行なってもよい。ホウ素を回収して精製する工程を外部に設けることにより、純度の高いホウ素を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図3】本発明の第3の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図4】本発明の第4の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図5】本発明の第5の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図6】本発明の第6の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図7】本発明の第7の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図8】本発明の第8の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図9】本発明の第9の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図10】本発明の第10の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図であ

10

20

30

40

50

る。

【図 1 1】本発明の第 1 1 の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【図 1 2】本発明の第 1 2 の実施形態に係るホウ素分離システムの構成を説明する図である。

【符号の説明】

【 0 0 7 4 】

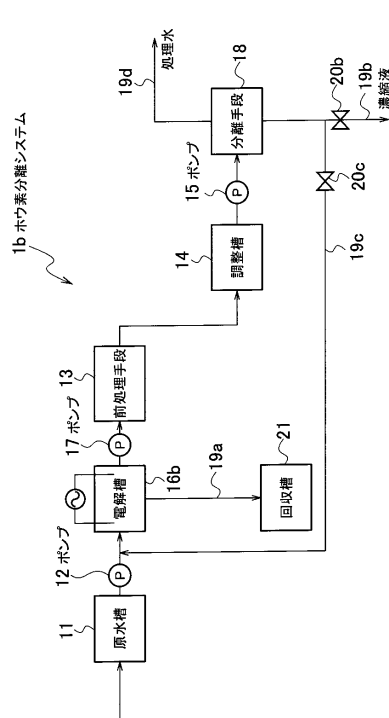
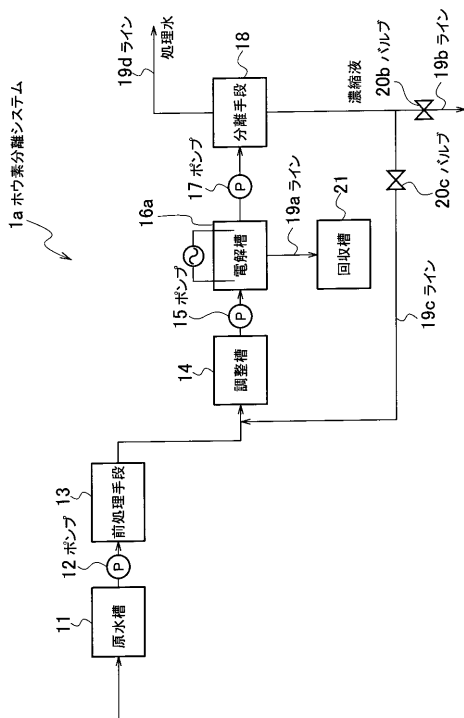
- 1 a ~ 3 d ... ホウ素分離システム
- 1 1 ... 原水槽 (処理手段)
- 1 2 ... ポンプ
- 1 3 ... 前処理手段 (処理手段)
- 1 4 ... 調整槽 (処理手段)
- 1 5 ... ポンプ
- 1 6 a ~ 1 6 d ... 電解槽 (化学処理槽)
- 1 7 ... ポンプ
- 1 8 ... 分離手段
- 1 9 a ~ 1 9 f ... ライン
- 2 0 b ~ 2 0 f ... バルブ
- 2 1 ... 回収槽
- 2 2 a , 2 2 b ... 分離手段
- 2 3 ... 晶析槽
- 2 4 ... 吸着剤注入手段
- 2 5 ... 分離手段

10

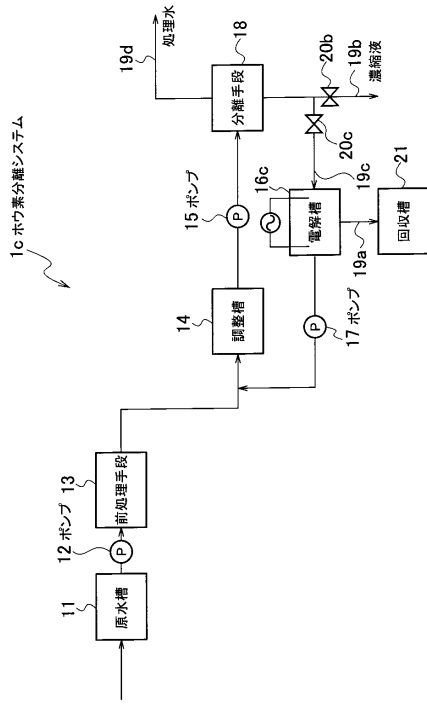
20

【 図 1 】

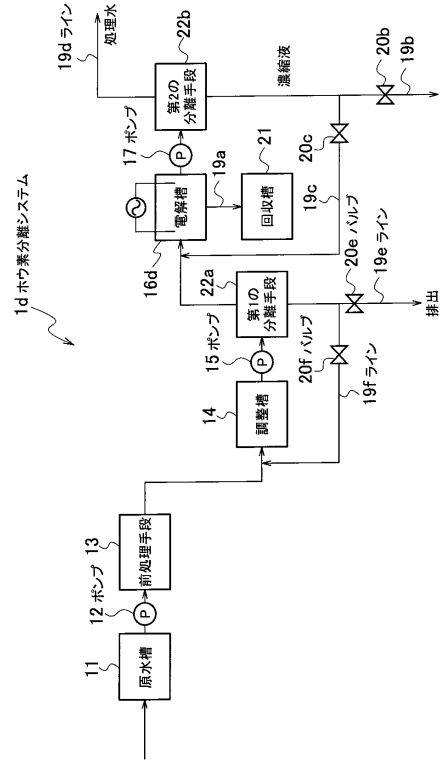
【 図 2 】



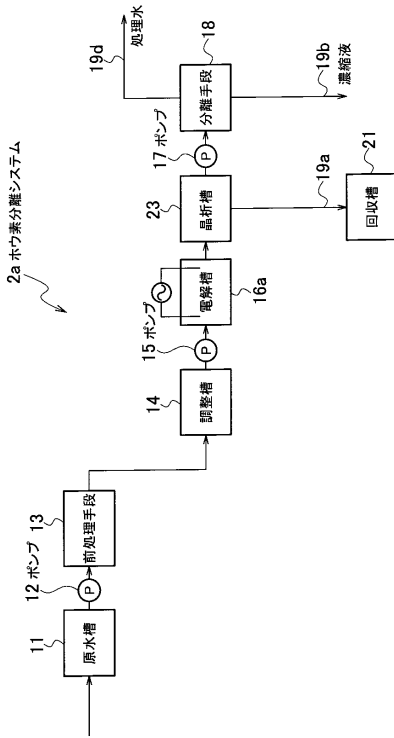
【 図 3 】



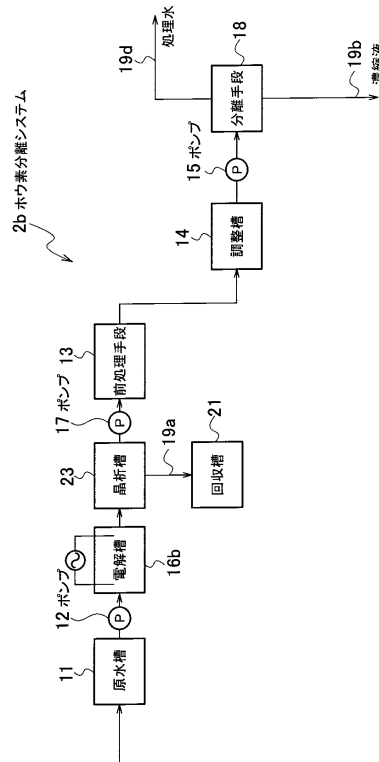
【 図 4 】



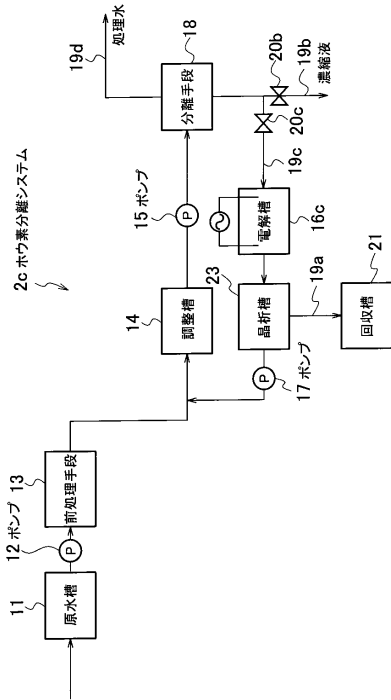
【 図 5 】



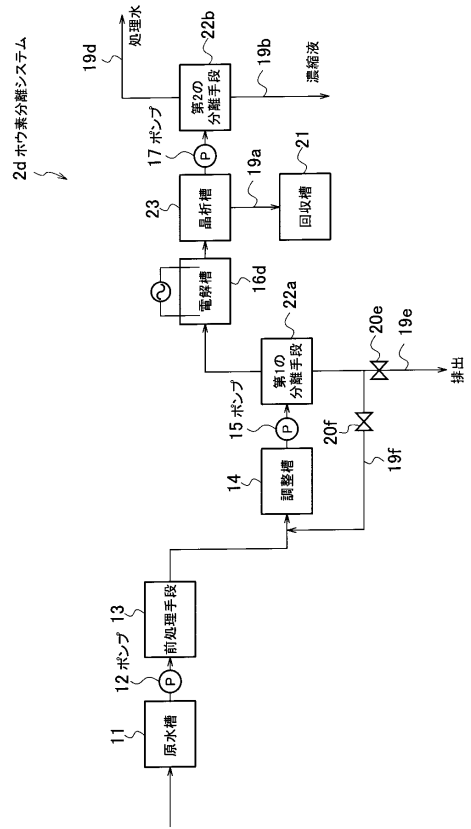
【 図 6 】



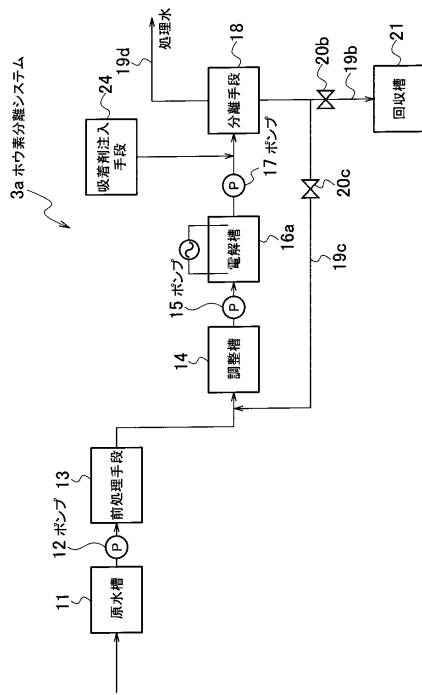
【 図 7 】



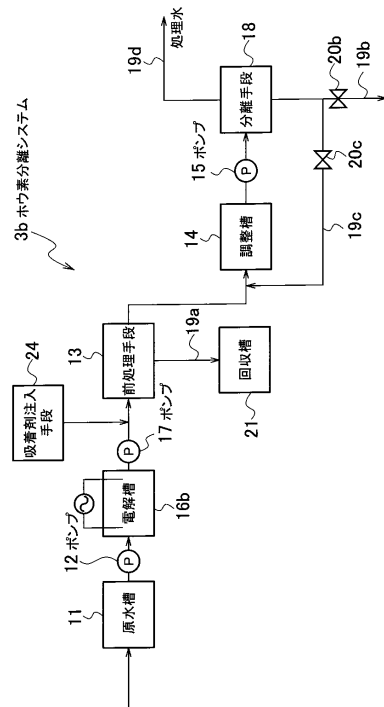
【 図 8 】



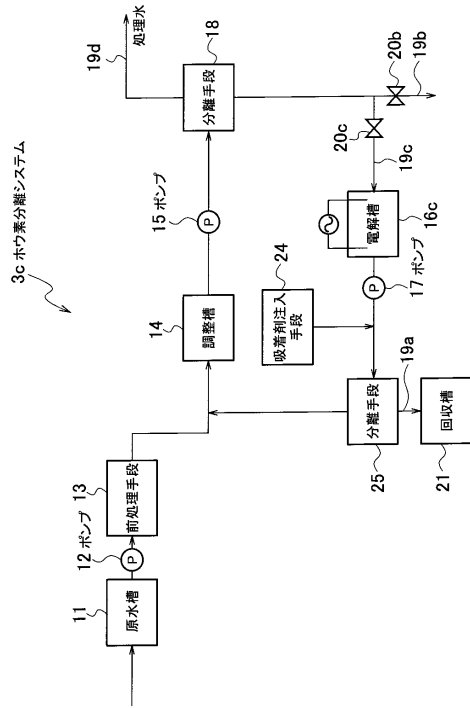
【 図 9 】



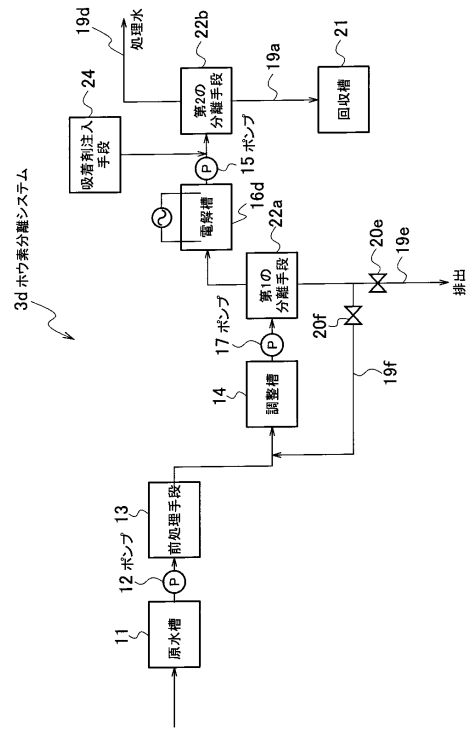
【 図 10 】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
C 0 2 F 1/28 (2006.01)	C 0 2 F	1/24	C	4 D 6 2 4
C 0 2 F 9/00 (2006.01)	C 0 2 F	1/28	A	
C 0 1 B 35/02 (2006.01)	C 0 2 F	9/00	5 0 2 D	
	C 0 2 F	9/00	5 0 2 G	
	C 0 2 F	9/00	5 0 2 E	
	C 0 2 F	9/00	5 0 2 H	
	C 0 2 F	9/00	5 0 2 M	
	C 0 2 F	9/00	5 0 2 P	
	C 0 2 F	9/00	5 0 2 Z	
	C 0 2 F	9/00	5 0 3 G	
	C 0 1 B	35/02		

- (72)発明者 松代 武士
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 出 健志
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 毛受 卓
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 茂庭 忍
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 相馬 孝浩
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
- (72)発明者 木内 智明
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 4D006 GA06 GA07 KA01 KA31 KA33 KB12 KB13 KD08 PA01 PB08
PB70 PC80
4D015 BA19 BA23 BB05 CA20 DA00 DB00 EA33 EA36 EA37
4D037 AA11 AB10 BA01 CA01 CA03 CA04 CA08 CA14
4D038 AA08 AB25 BA04 BB04 BB09 BB13 BB17 BB18
4D061 DA08 DB19 DC13 EA04 EB01 EB04 EB05 EB14 FA04 FA06
FA09 FA11 FA13 FA14
4D624 AA04 AB14 BA02 BB01 BB08 BC04 CA01 DA01 DB03 DB05
DB08 DB21