

PAT-NO: JP402195249A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02195249 A

TITLE: METHOD AND APPARATUS FOR  
CONTINUOUS DISSOCIATION WITH  
CATAPHORESIS

PUBN-DATE: August 1, 1990

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME

SAITO, KEIZO

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME

COUNTRY

KISHINO MASAhide

N/A

SAITO KEIZO

N/A

APPL-NO: JP01014060

APPL-DATE: January 25, 1989

INT-CL (IPC): G01N027/447, B01D057/02

US-CL-CURRENT: 204/518, 204/546 , 204/627

ABSTRACT:

PURPOSE: To continuously dissociate ions by a method wherein a migration medium in an endless belt shape is used and the migration medium is moved through an entrance and an exit enclosed by insulators provided on both sides of a migration reservoir so that a migration medium film is located perpendicular to an electric field of the migration reservoir.

CONSTITUTION: By fitting widthwise ends, namely upper and lower ends, into narrow slits 31, 110, etc. enclosed by insulators having slits approximately equal to the thickness of a film with a migration medium film 3 located perpendicular, both ends in a longitudinal direction can be insulated. The endless migration medium film 3 is moved through an entrance and an exit covered with the insulators provided on both sides of a migration reservoir 1 so that a surface of the migration medium film is perpendicular to an electric field of the migration reservoir. Then, with components whose migration speed is slow removed in a withdrawing reservoir 81, the migration medium film 3 is regenerated into fastest ion types such as hydrogen ions, ammonium ions, alkaline metal ions or negative ions of halogen ions or the like for example in case of ion exchange resin in an adjustment reservoir 82, washed in a washing reservoir 83 and continuously supplied to the migration reservoir.

COPYRIGHT: (C)1990, JPO&Japio

⑬ Int. Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)8月1日

G 01 N 27/447  
B 01 D 57/028506-2G  
8506-2G

G 01 N 27/26

3 1 1  
3 1 5

C

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全17頁)

⑮ 発明の名称 電気泳動による連続分離方法とその装置

⑯ 特 願 平1-14060

⑰ 出 願 平1(1989)1月25日

⑱ 発 明 者	斉 藤	恵 蔵	神奈川県川崎市高津区子母口941番地
⑲ 出 願 人	岸 野	政 英	東京都豊島区池袋2丁目1718番地
⑲ 出 願 人	斉 藤	恵 蔵	神奈川県川崎市高津区子母口941番地

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電気泳動による連続分離方法とその装置

## 2. 特許請求の範囲

## (1)

電気泳動により泳動速度の異なるイオン等々を分離するに当り、加えられている電場の方向に対し、垂直な方向にまたは垂直な成分を含む方向に、泳動媒を移動することからなる電気泳動による連続分離方法。

## (2)

1 長い帯状の蓋もしくはエンドレスの帯状の泳動媒を用い、泳動槽の底部に対しまたは泳動媒膜内およびその近傍の電場に対し、泳動媒膜面が垂直に配設されるように、泳動槽の両側に設けられた絶縁体で囲われた移入口、移出口を遊って泳動媒を移動することからなる電気泳動による連続分離装置。

2 移入口、移出口を遊って移動させる泳動媒膜の滑動面に力が加わることのない移動に、泳動

槽の両側に相互にたがいちがいまたは対称にローラーを設けた特許請求の範囲(2)の第1項記載の連続分離装置。

3 帯状の泳動媒膜の端方向を地表の水平面に対し、垂直に設けた特許請求の範囲(2)の第1項、第2項記載の連続分離装置。

4 帯状の泳動媒膜の端方向の両側の端部分のはまり込み、かつ、この膜が滑動できる溝を設けた特許請求の範囲(2)の第1項、第2項、第3項記載の連続分離装置。

5 泳動槽の両側に設けた絶縁体で囲われたローラーをまわって帯状泳動媒膜の反転をくり返すことによって、泳動槽内に移動する泳動媒膜を多段に設け、これによって区切られた各段の中間槽を設けた特許請求の範囲(2)の第1項、第2項、第3項、第4項記載の連続分離装置。

6 多段に設けられた中間槽の各段の推進成分含有比を段階的に設定した特許請求の範囲(2)の第1項、第2項、第3項、第4項、第5項記載の連続分離装置。

7 多段の中間槽を設けた泳動槽で、泳動媒膜移入口付近に濃液管の出口を設け、これに接続して泳動媒膜と少なくとも一辺が多孔質物質でかこまれた筒状の濃液液滞留部を設けた特許請求の範囲(2)の第1項、第2項、第3項、第4項、第5項、第6項記載の連続分離装置。

8 イオンが2価以上の多価金属イオンである場合、あらかじめ錯イオン化した特許請求の範囲(2)の第1項、第2項、第3項、第4項、第5項、第6項、第7項記載の連続分離装置。

9 押し出しイオンまたは中間槽の分離イオン等に、それより速いイオンを混入した特許請求の範囲(2)の第1項、第2項、第3項、第4項、第5項、第6項、第7項、第8項記載の連続分離装置。

(3)

1 長い帯状のまたはエンドレスの帯状の泳動媒を複数個用い、これを重ね、一体的に移動させ、この一体的な膜に垂直に動くように電極を設けることによって、電場の方向に対し垂直な方向に

泳動媒を移動することからなる電気泳動による連続分離装置。

2 移動させる泳動媒膜の滑動面に力が加わることをない移動に、相互にたがいちがいまたは対称にローラーを設けた特許請求の範囲(3)の第1項記載の連続分離装置。

3 帯状の泳動媒膜の幅方向を地表の水平面に対し、垂直に設けた特許請求の範囲(3)の第1項、第2項記載の連続分離装置。

4 膜移動の上流側に原料泳入槽を設けた特許請求の範囲(3)の第1項、第2項、第3項記載の連続分離装置。

5 複数の泳動媒の膜の媒体内の酸性度を各異なつた一定の値に設定し、これを酸性度の順に段階的に重ねた特許請求の範囲(3)の第1項、第2項、第3項、第4項記載の連続分離装置。

6 イオンが2価以上の多価金属イオンである場合、あらかじめ錯イオン化した特許請求の範囲(3)の第1項、第2項、第3項、第4項、第5項記載の連続分離装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### (1) 産業上の利用分野

この発明は、水または溶液に溶解したイオンまたは荷電粒子の電気泳動によるこれらの分離に関する。

#### (2) 従来の技術

電気泳動による分離はさかんに行なわれるようになった。特に生化学に於けるタンパク質や核酸の分離、分別技術として著しい。これらは泳動媒や泳動条件の改良によつて、その効率や精度が著しく高められた。

電気泳動によるイオンの分離を連続的に行なうには向流電気泳動が考えられている。泳動媒が固体でない場合は、液体内部でのミクロ的な騒乱によつて効果が少ない。固体を泳動媒に用いた向流電気泳動装置は、その処理量が小さく実験室的である(特許願第56-058521、第58-017525号)。

#### (3) 発明が解決しようとする問題点

分析や実験室的技術に於ては作動量が少なくと

も、また、作動電力が比較的大きくとも充分用いられ得る。

他の方法によつて充分行ない得るもの、例えば、比較的安定なガス分子を作る金属の同位体分離等は熱拡散や蒸気法によつて分離し得る。しかし、容易にガス化しにくい金属も多く、一方、これらは容易に水中等でイオンや化合物イオンとなつて溶けるものが多い。したがつて、主に水溶液のまま処理できれば、これらの金属類の分離や比較的安成しやすい生物生理物質の分離などに効果が期待できる。

この発明は、これらのイオンや化合物の分離を小規模すなわち実験室的規模から比較的多量に処理できる産業的規模で行ない得ることを目的とし、かつ、作動電力を比較的小さくすることを目的としている。

#### (4) 問題点を解決するための手段

この発明は、特許願56-058521号(固体の泳動媒を用いた向流電気泳動方法とその装置)、特許願58-017525(帯状の泳動媒を

用いた向流電気泳動装置)の一部の技術を元にして、更に新しい方法に発展したものである。したがって、電場に対し固体泳動媒を垂直に移動するのであるけれども、観察者の視野を確保しイオン速度と泳動媒の速度を加え合わせた速度に合わせて移動している観察では向流電気泳動の方法と同じように見えるから、原理的には普通の電気泳動の方法と同じようであるけれども、向流電気泳動の方法と同じような構成になっているとも考えられる。

図1にもとづいて説明する。第3図に特許願56-058521号による固体泳動媒を用いた図分型装置の向流電気泳動装置を示す。陰極135によって、陽極室のイオン $A^+$ 、 $B^+$ は陰極側に泳動する。これらは角筒状の泳動管(130)の中に押し込まれて管壁にびったり接している泳動媒(139)を通る。イオン $A^+$ の速度 $V_{A^+}$ がイオン $B^+$ の速度 $V_{B^+}$ に比べて大きいとき、この泳動媒を逆方向にすなわち $-V_{B^+}$ よりやや大きい速度 $V_r$ で向流すると、イオン $A^+$ は陰極室に至れるがイオン $B^+$ は

出し得る。

これらは第3図で説明したごとく、イオン $B^+$ が泳動媒体表面から陰極室側に泳出しないうちに泳動媒の移出口148の絶縁体で電場が消された部分に、泳動媒が移動して入ると、この目的は達せられる。例えば、泳動媒に陽イオン交換樹脂の帯状層を用い、移入口側から連続的に入ってくるものを水素型にしたものを用いると、およそ第4図の模式的な断面図のようになる。泳動媒中の点線は、上側が速い方のイオン $A^+$ がそこまで泳動していることを示し、下側はイオン $B^+$ のそれを示している。

したがって、イオンに対し泳動媒は向流をしていないけれども、第3図のそれに似たところが多く、実際第3図の向流と同じ効果が現われるので、第3図で向流を行なっているものに相当するものが第4図の構造に含まれていることが判る。

これらの構成は、陽極室と陰極室が絶縁体と泳動媒膜143で実用的に隔離し得ると、電極間の電場によって泳動媒中をイオン $A^+$ 、 $B^+$ が泳動する。

陰極室に至ることができず、イオン $A^+$ のみが陰極室に分離される。

実際には泳動媒133等を連続的に向流とすることができないので、イオン $B^+$ が陰極室へ泳出しないところで通電を止め、陰極135をつり上げ、ピストン137で次の新しい泳動媒のブロックをセットし、ピストン136で泳動管に押し込む。すると、前々回に押し込まれた泳動媒のブロック139がピストン138の上に押し出されてくる。このブロックはイオン $A^+$ 、 $B^+$ を共に含んでいるが、相対的にイオン $B^+$ を多く含む。これはピストン138でここから除かれる。そして陰極を降ろし、また泳動を行う。これらは図分型であるが、次々にブロックを供することによって連続的に向流電気泳動が行なわれる。

第4図は当発明の方法で、向流電気泳動ではないが、第3図の方法に似た電気泳動を連続的に行える方法である。絶縁物146の間から陰、陽両電極の間に泳動媒143を連続的に提供することによってイオン $A^+$ 、 $B^+$ の溶液からイオン $A^+$ のみを取り

泳動媒膜143中のイオンの泳動速度と電場の強さをすなわち電圧との関係はあらかじめ他の方法で測定することができるので、泳動媒膜143の送り速度を設定することができる。この設定値を第4図に示したごとくにとすると、イオン $A^+$ のみが陰極室に入り、イオン $A^+$ を分離することができる。

これらは、陽極室の溶液と、または中間槽の溶液と陰極室の溶液とを泳動媒で実用的に隔離することができる。

これらは溶液はほとんど通さないがイオンは適す半透膜やイオン交換樹脂膜、有機ゲル膜等の窓149を持つ方体の構造を用いることによって構成することができる。

しかし、第1図および第2図に示したように帯状の泳動媒膜3で直接行なうことができる。泳動媒膜3を垂直にし、横方向すなわち上側、下側の両側の端部を膜の厚さとほぼ同じ間隔の絶縁物でかこまれた細長い溝31、110等に嵌め込むことによって、上下方向の両側の絶縁を行うことができる。横方向の両側の絶縁も同様に絶縁物でかこま

れた割長い隙間から膜を移入または移出することによって目的が達せられる。

泳動装置の移動を長時間連続で行なうには、帯状の泳動膜が第1図のようにエンドレスになっている方がよい。この場合、泳動膜は電導性があるので、陰極と陽極の電圧が循環して移動している泳動装置3の返り部分(80)の方にも電流を生じる。しかし、特許願58-017525号に示したように、この部分が充分長ければ、この電流を実用的に充分小さくできる。帯状の泳動装置は一般に、その長さに対し厚さは充分小さい。この発明に於ては、膜の厚さ方向に電圧をかけるので泳動槽内に数十段の中間槽を設けても、付加する電圧は著しく大きくならない。したがって、この問題は特許願58-017525号のそれより容易に避けることができる。

泳動装置3は、回収槽81で泳動速度の違い成分すなわち選別成分を相対的に多く含むイオンを除き、調整槽82で、例えば、泳動装置がイオン交換樹脂膜の場合は、水素イオンまたはアンモニア

、水素型( $H^+$ )にしたイオン交換樹脂の一端にイオン $B^+$ 、イオン $A^+$ の溶液に膜に接して、少しづつ順に泳動させ浸入させたものをイオン $O^+$ を含む溶液に接して泳動させ続けると、第6図に示すようにイオンは分布するようになる。より速いイオンは陰極側に集まってくるので、イオン $A^+$ とイオン $B^+$ または、イオン $B^+$ とイオン $O^+$ の間には他のものが含まれず、強く泳動を続けても遅いイオンが速いイオンの分布する方へ拡がることはない。イオン $O^+$ にイオン $A^+$ 、 $B^+$ よりも速いイオンを混入させた場合も同様である。

これらのことは、見かけ上、速いイオン $O^+$ が遅いイオン $A^+$ 、 $B^+$ 等を押し出したようなことになる(以後これを押し出し効果とする)。アガロースなどのポリ糖のゲルやポリアクリルアミドゲルなどのゲル泳動装置を用いた場合も共存イオンを避ぶることによって同様になる。この場合、各のイオンはほぼ独立に動く場合が多いので、共存イオンを適当に避ぶと、かならずしも速いイオン $O^+$ を要しない。

イオン、アルカリ金属イオン等またはハロゲンイオンなどの陰イオン等の最も速いイオンの型に再生し、水洗槽83で水洗して、泳動槽1に連続的に供給される。

一般に泳動装置中よりも水溶液中の方が電気伝導度が高いので、膜の循環の途中に純水槽88、89等を設け水洗槽83やその他の予備的な純水槽等との間で、純度の高い水をゆつくりと流動し通行させる。純水(イオン交換樹脂等でイオンを除いた高抵抗の水)を純水槽88、89等に徐々に添加するとこれらの目的が達せられる。これらは、泳動槽中の溶液が再生側へ浸入のを防ぐ。比較的抵抗の低いコロイドゲル等の泳動装置の膜を用いても膜の厚さ方向に対し長手方向は充分長いので、共存イオンが有っても同様に目的が達せられる。

泳動装置にイオン交換樹脂を用いると、イオン $H^+$ 、 $A^+$ 、 $B^+$ 、 $O^+$ の泳動速度が $V_{H^+} > V_{A^+} > V_{B^+} > V_{O^+}$ ならば、速いイオン $A^+$ はそれより速いイオン $B^+$ を追い越して泳動するけれども、より速いイオン $O^+$ は追い越すことはない。第5図のように

第4図を見ると、陽極144の側のイオン $A^+$ 、 $B^+$ を含んでいる原料溶液からイオン $A^+$ のみを取り出しているけれども、大部分のイオンは泳動装置の移出に供なわれて泳動装置に含まれたまま移出口148より送り出されてしまう。

例えば、イオン $B^+$ の泳動速度 $V_{B^+}$ が、イオン $A^+$ の泳動速度 $V_{A^+}$ の80%とすると、イオン $A^+$ と $B^+$ の1:1の混合物から、泳動の通電量100Q(クーロン)に対し10Qくらいしかイオン $A^+$ を取り出すことができない。泳動装置表面で、溶液側から泳動して泳動装置に進入するイオンは、だいたいその液の組成比に比例するから、イオン $A^+$ は50Q入り10Q出るので40Q分残り、イオン $B^+$ は50Q入り全部残るから、泳動装置中に合計90Q分残る。したがって、通電量100Qに対し、この90Q分が泳動装置と共に移出する。これらは相対的に選別成分すなわちイオン $B^+$ が多くなっているけれども、混合物のまま大部分が泳動装置に含まれたまま持ち去られることが判る。

これらのイオンは回収槽等で回収して、再調整

し、新たに陽極槽に入れて泳動操作をする。そして、これをくり返し行なえば、溶液のイオン $A^+$ の含量はほぼ比例して通電量に対する収率は悪くなるが、イオン $A^+$ の持ち去られる量をくり返しと共に少なくすることができる。

これらは非常に行程が多くなる。また、選流成分すなわち濃いイオン $A^+$ の含量が初めから少ない場合は、通電量に対するイオン $A^+$ の収率はそれだけ少なくなるから、収量に対する作動電流すなわち操作電力も大きくなってしまふ。

第4図から判るように、泳動槽から移出する泳動媒中にはイオン $B^+$ が相対的に多く含まれるようになっていゝから、その平均の泳動速度は元の原料液の含量比のものより少し遅くなっている。しかし、これより更に少し遅い泳動速度のものによって第5図、第6図のように押し出すことができる。第7図のように、泳動槽の電場に対し適宜に移動する泳動媒膜を移動の順に多段にすることによって、これを応用することができる。

例えば、第7図に於いて、原料 $F$ に含まれるイ

$A^+$ の含量比よりも下流側の中間槽のイオン $A^+$ の含量比の方が小さい場合でも、持ち出されて来たイオンは押し出し効果によって、上流側の中間槽に押し出されるので下流側の成分比のために上流側が締められることはない。

膜の下流側では組成が異なつても、新たに泳動によって導入したイオン $A^+$ は膜中で分離が起るから、分離した先端の一部は上流から吸りて来た選流成分 $B^+$ を追い越して、押し出されるイオンと一緒に上流側の槽に泳出する。したがつて、各の中間槽の間にあつて移動している泳動媒膜は、各そこでイオン $A^+$ をくみ上げていることになる。

第7図に点線で模式的に示したように、下流側の中間槽の泳動媒膜の移入口付近で泳動媒膜に導入したイオン $A^+$ の一部は、膜の移出口付近で上流側の中間槽に泳出する。一方、イオン $B^+$ は、膜中の下流側にあつた一部が上流側の中間槽に泳出する前に膜は移出口に至つてしまうため、膜の側面の移動と共に下流側に持ちこたれる。したがつて、移動している泳動媒膜は各の中間槽の間にあ

つてイオン $A^+$ 、 $B^+$ の泳動速度 $V_{A^+}$ 、 $V_{B^+}$ の比が1:0.8であり、その含量比が1:1であるとする、泳動媒膜163の移動によつて持ち出されるイオンの量100Q分に対し、泳動電流 $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$ 、 $i_4$ 、 $i_5$ を等しく90Qとすると、そして、陽極側の押し出しイオン槽170および中間槽171、172、173、174のイオン $A^+$ 、 $B^+$ の含量比をそれぞれ0.01:0.99および0.03:0.97、0.06:0.94、0.12:0.88、0.25:0.75とすると、第7図の泳動媒膜中に第4図のそれと同じように捕いた選流成分または選流成分の泳動先端を示す点数のように押し出しが起り、より多くイオン $A^+$ を含む槽に、泳動媒膜の移動と共に膜中に伴なわれて来たイオンは押し出される。

したがつて、このように多段にすると、泳動槽全体でも見かけ上向流が起つてゐることになる。再生された $H^+$ 型の泳動媒膜の入つて来る方を上流、選流成分すなわちイオン $B^+$ を多く含んで移出して行く方を下流とすると、上流側で泳動媒膜に含まれて持ち出されてくるイオン $A^+$ 、 $B^+$ のイオン

は、イオン $B^+$ をくみ下しているようなことになる。

泳動操作を続けてゐると、中間槽内のイオン $A^+$ の含量比が少しづつ下がるので、上流側の中間槽または原料供給槽の液を下流側の槽に少しづつ流して捕う(これは槽液塔に於ける環流と似てゐるので以後環流とする)。

例えば、上記の第7図の例では、この環流 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ はみな一定で、イオン量にして2Q分程度で良い。このようにすると回収器162で回収されるイオンは、イオン $A^+$ 、 $B^+$ の含量比でおよそ0.01:0.99となる。この大部分は押し出し用のイオンとして押し出しイオン槽170に環流的に戻される。

この例の場合、イオン $A^+$ の回収槽176への通電量を110Qとすると、イオン $A^+$ は約10Qがほぼ純粋に得られ、回収器162ではイオン $A^+$ 、 $B^+$ の含量比がおよそ0.01:0.99のもの約10Q分を取り出せる。したがつて、泳動槽の選電量を90Qまたは110Qの平均として100Qとすると

、通電量に対する収率は約10%となる。

泳動槽に固定のイオン交換樹脂膜を多段に設けた方法が以前発表された。これは第4図で、泳動媒膜143を停止した場合と同じである。この場合、通電の初めにはイオン $A^+$ が陰極室側に相対的に多く出るけれども、陽極室側で泳動進入してくるイオン $A^+$ 、 $B^+$ の組成比は陽極室内の組成比と同じになるため、陰極室に泳出するイオン $A^+$ 、 $B^+$ の組成比も全く同じになってしまう。

したがって、この場合は陽極室側でのイオン交換樹脂膜へ進入するイオンの表面における差すなわち表面効果によっている。これらの表面効果が期待される場合は、これを多段とし、その膜間にある液を濃度勾配に対し向流的に流すことによつて分離が起り得る。

当発明では、第3図および第4図で原理を示したように、原理的に1段に於ても向流電気泳動と似たようなふるまいと、そして同様な効果である。したがって、同位体分離等のように、イオン $A^+$ とイオン $B^+$ の泳動速度の差が著しく小さい場合に

うに、泳動媒膜の送りを速くして、通電量100Qに対し90Q分くらいで送り出されるようにすると、イオン $A^+$ のより濃度の高いものが得られる。

このように第4図の方法でも向流に相当することが起っている。したがって、これらの働きイオンの泳動速度 $V_i$ に対する向流速度 $V_r$ の比と同じように考え、向流に相当するものとして相当向流量または相当向流速とする。

第10図は、中間槽 $Ln$ と $Ln+1$ を隔てて移動している泳動媒膜 $M$ の一部を示している。第11図は相当向流速がおよそ100%のときの膜の移出口付近の第10図における位置のイオン $A^+$ 、 $B^+$ の相対濃度の変化を示す模式的なグラフである。

一般に、泳動中のイオンは各々のイオンの速度分布による泳動距離の分布ができて同一種のイオンでも拡がってしまう。しかし、これらの泳動距離の差はそう大きくならない。例えば、良く調えられたゲルに於ては、泳動距離に対するこの差による拡がりにはば1~2%にすることができる。イオン交換樹脂に於ては、薄いイオンで押し出す

も、その1段の分離比を大きくできる。

例えば、第4図でイオン $A^+$ 成分を少し濃縮するだけで良い場合、通電量を100Qとしたとき、収量を先の説明の例で示した10Qから3倍の30Qにするとするものとする、泳動媒膜の移動速度すなわち膜の送りを先の例のおよそ90Q分から70Q分に下げればよい。ほぼイオン $A^+$ は20Q、イオン $B^+$ は10Q陰極室に通過し、合計約30Q取れる。通電量に対する収率は約30%で、先の例に比して収量は3倍になっている。イオン $A^+$ についても2倍多く得られる。しかし、分離は不完全で、

$$(20+30) \div (50+100) = 1.33$$

となり、1.33倍に、すなわち、50%から66.7%にイオン $A^+$ が濃縮されたに過ぎない。

この時、泳動槽の通電量100Qに対し、膜の移動によつて送り出されるイオン $A^+$ 、 $B^+$ の合計は70Q分である。これを第3図に戻してあてはめてみると、向流が平均泳動速度のおよそ70%起っているのと同じようなことである。先の例のよ

場合、この拡がりにはほとんどなくなってしまう。

同位体分離のように、イオン $A^+$ とイオン $B^+$ の泳動速度の差が著しく小さい場合は、これらの拡がりのために先の例のようにイオン $A^+$ の純度の高いものが得られない。イオン $A^+$ と $B^+$ の泳動速度の平均に対する相当向流速を100%近くにしても、第11図に示すように完全な分離は起らない。しかし、濃縮率は改良される。

例えば、イオン $A^+$ と $B^+$ の泳動速度の比を1.002:1.000とする、また速度分布による拡がりを1%とすると、相当向流速を99%以上まで近づけられる。そして、このとき向流電気泳動の場合に換算した泳動媒中のイオン $A^+$ と $B^+$ の電場方向に於ける相対速度は1.2と1.0となり、濃縮率は1.2となる。しかし、更に向流速を上げてイオン $A^+$ と $B^+$ の泳動速度の平均値と同じにしても、イオン $A^+$ は完全に分離してこない。一方、このとき分離の効果は最大となり最大の濃縮率が得られる。この例では、含量比を1:1として、通電量100.2Qに対し相当向流速を100.1Q



分にすると、 $0.1Q$ のイオン $A^+$ が濃縮されたものを陰極側に泳出する。

濃縮率が最大になる近傍で操作すると、移動している泳動膜は上流側に濃縮成分すなわちイオン $A^+$ をくみ上げ、下流側に濃縮成分すなわちイオン $B^+$ をくみ下ろしている。この状態を第11図に示す。イオンの速度分布による拡がりのためイオン $A^+$ とイオン $B^+$ の含量比は連続的に変化しており、この例では、速度分布による拡がり1に対して、泳動速度差による分離は0.2だから、およそ変化の中央かややはずれたあたりで膜の移出口に入ってしまう。すなわち、イオン $A^+$ の先端がTをわずかに越えた $A^+$ 相当分くらいで、膜は移出口の終端物でかこまれてしまい泳動は止まる。したがって、濃縮成分が濃縮された部分が膜のT側に残ることになる。

この膜が移動して次の槽に来たとき、第7図のようであると上流側にあった膜のT側表面がローラーで反転して下流側になってしまう。下流側はイオン $A^+$ の含量比が低く設定されているから、こ

すなわち濃いイオン $B^+$ の泳出してくる組成比の変化もなくなつて一定の値になる。したがって、相当向流率をこの程度下げることによって、濃縮成分すなわちイオン $A^+$ の濃縮されている部分を全て上流側の中間槽 $Ln+1$ の中に泳出させることができる。

相当向流率を98%すなわち相当向流量を約で、 $98.0Q$ 分とすると、濃縮成分と濃縮成分の向流泳動に換算した相対的な泳動速度は

$$(100.2-98.0):(100.0-98.0)$$

$$= 2.2 : 2.0$$

$$= 1.1 : 1.0$$

に相当することになり、濃縮率は1.1以下と下がる。しかし、移出口を通過した泳動膜の中は、濃縮成分と濃縮成分の含量比がどこでも一定になっているから、逆向に泳動させてもすなわち膜のO側からT側へ泳動させても、T側からO側へ泳動させても、押し出し操作の間のその変化する様は同じくなるから、第13図に示したように、ローラーによって膜が反転したままで泳動を続ける

の上流側で濃縮成分イオン $A^+$ が濃縮された部分は、下流側から押されて押し出される形となっているが、泳動を逆向きに行なったと同じだから濃縮された部分を元の組成比に戻すことと同じで分離がほとんど起らなくなる。

これを防ぐには第8図および第9図に示すように、膜のO、Tが反転する部分は終端物のケースでおおって泳動が膜の一方側からのみ、すなわちO側からT側へのみ起るようにすると、上流側で起った分離が下流側に移動した後も、そのまま押し出され有効にすることができる。泳動が起っている膜のところでは、イオン $A^+$ のくみ上げとイオン $B^+$ のくみ下ろしが起っている。この場合、一段あたりの濃縮率は最大に近くなるが、せつかく分離した部分が下流側に移動して移ってしまう。

第12図に示すように、通電量に対する相当向流率を下げて、分離の起っている部分を全て上流側の中間槽 $Ln+1$ の中に泳出させる方法もある。

例えば、上記の例では通電量 $100Q$ に対し、相当向流量を $99Q$ 分以下に下げれば、濃縮成分

ことができる。この時、中間槽を隔てている移動中の泳動膜は、濃縮成分もくみ上げているが、濃縮成分もくみ上げている。その割合は濃縮率に相当する差がある。

この場合、泳動膜の向流的な移動によって持ち出され、回収器で回収される量は、泳動槽の通電量 $100Q$ に対し、 $98Q$ 分となるため、押し出しイオンが

$$98 - 100 = -2 \quad (Q)$$

と $2Q$ 不足する。このため中間槽を越して行り向流の量は $2Q$ 分より大としなければならない。

濃縮は泳動槽の上流側、例えば中間槽224から、下流側、例えば中間槽223へ、すなわち濃縮成分の含量比の高い方から低い方へ液の一部を流す。

通電量 $100Q$ に対し、泳動膜の相当向流量を $98Q$ 分とした時は、泳動槽への膜の移入口例えば274から、膜が泳動槽内に移入してくると直に溶液側から膜内に泳動進入した濃縮成分イオンは、膜の移出口284に至る前、膜の移入口から移

出口までの距離すなわち泳動槽の幅のおよそ

98%のあたりから上流側の中間槽224へ泳出し始める。このことは、膜の移入口から、この距離の2%くらいのところまでに膜に進入した速進成分イオンは、移出口のところすなわち100%のところまで膜が移動する内に、膜中を泳動しきって上流側の中間槽まで泳出するものも含む。したがって、膜の移入口から、この距離の数%以内のところ速進成分の含量比の高い液があると、それだけ上流側の中間槽へ泳出する速進成分の量が多くなる。

環流管、例えば254の下流側の出口を、泳動膜の移入口274の近くに設け、かつ、ここに環流されてきた速進成分の含量比の高い液がしばらく留まるように凹いを作ると、この目的が達せられる。

これらの凹い、すなわち環流液滞留部の少なくとも一部は通電性がなければならない。これらの材料は、一般に用いられる電極隔離板等の多孔質物質などの低抵抗のものをを用いることによって目

的が達せられる。

環流液は、例えば、第2図に示したように、泳動槽の底部にある環流管例えば55等を通して流入する。この場合は、角筒状の凹いの下部から入って上部からあふれ出る。

速進成分と遅進成分の泳動速度の間に大きな差がない場合は、泳動率が小さいため隣り合っている中間槽内の各々の含量比に大きな差はない。したがって、比差の差はほとんどない。

第4図および第7図から判るように、速進成分すなわちイオン $A^+$ の含量比の高いものほど速進成分の分離に有利である。しかし、最下流で移出して行く膜に含まれて持ち出されるイオンの速進成分の含量比をやや高くしても良いならば、比較的容易に速進成分の濃縮された液が得られる。

この場合、上流にも濃縮のための部分を第14図のように相当の段数で設けなければならぬ。

例えば、速進成分と遅進成分の泳動速度の比を1.002 : 1.000として、速進成分の含量比が約1%の原料Fで、相当向流率98%とすると、

泳動槽の通電量100Qに対し、原料供給槽より下流側の回収部296の環流量 $R_d$ は約4Q分、上流側の濃縮部297の環流量 $R_u$ を約1.5Q分とした時、回収部および濃縮部の各々に約15段ずつの中間槽を設けると、下流側の回収物 $R_d$ の中の速進成分の含量比は約0.25%、上流側の回収物 $R_u$ のそれは約4%のものが、それぞれ約2Q分と約0.5Q分得られる可能性がある。

速進成分の濃縮されている回収物 $R_u$ に注目すると、通電量に対する収率は0.5%で、泳動槽の通電量100Qに対し生産物は0.5Q分、したがって、速進成分はこの4%すなわち0.02Q分となる。

泳動槽がイオン交換樹脂膜の場合、他の泳動槽に比べて通電抵抗が高い。しかし、膜の厚さ方向に電圧がかけられているから、薄い膜を使うことによって電圧を下げることもできる。膜の引張り強度の大きい、比較的高抵抗のイオン交換樹脂では、均一膜で、0.25mmくらいのもある。この膜の厚さが0.25~0.4mmのとき、通電時の電圧

は照当り0.2V(ボルト)くらいまで下げられる、したがって、数十段の中間槽を設けても、泳動槽全体にかかる電圧は、電極の分極分を加えて20~30V以内で済む。

イオン交換樹脂その他のゲル等の泳動媒で、イオンの泳動抵抗を下げようとする、泳動媒の引張り強度が下がってしまう。しかし、通電は膜の膜面に垂直に行なわれるので、膜体の中央、または片側、または両側に平織り状の繊維による網で補強をすることができる。

第16図は原料F中に泳動速度の異なるいくつかのイオン成分を含むものから、目的のイオン成分、例えば、 $P_3$ を取り出す方法を模式的に示している。泳動テスト装置の陽極側に原料の一部を液状( $P_0$ )に添加して、泳動した後の様子が第15図に示すようになったとすると、イオン成分 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ 、 $P_5$ はこの膜に異なる泳動速度を持つことが判る。

このイオン成分から $P_3$ を取り出すことを考える。第1図で回収槽などが有る泳動槽膜返り部分再

生簡機構 80 等を省略して示すと、第 7 図のように泳動槽のみとなる。これを更に省略して泳動槽を方形で示すと、第 16 図の泳動槽 301 および後段泳動槽 302 のようになる。まず前段泳動槽 301 でイオン成分から  $P_1$ 、 $P_2$  を選流成分  $R_1$  として除き、 $P_3$  から  $P_6$  を中間成分 I として後段泳動槽 302 の原料供給槽に入れる。後段泳動槽では、向流率を少し高くし、中間成分 I の中で最も泳動速度の遅い  $P_3$  を選流成分として下流側回収槽で回収する。これより泳動速度の大きい  $P_4$ 、 $P_5$ 、 $P_6$  は選流成分  $R_2$  として上流側の選流成分回収槽で回収される。

第 16 図の方法で、更に多くの泳動槽を多段にして用いると、第 17 図のように、より前段の泳動槽の段より、より遅い成分から 1 成分ずつ選流成分として、またはより遅い成分から 1 成分ずつ選流成分として、各々の段の泳動槽で回収してゆくと、各々のイオン成分に分離することができる。

第 1 図のように、泳動槽内に多段の中間槽を設けるときは、泳動媒膜の移動のために多くのロー

ラーを要する。泳動媒膜は表面が滑らかであることが望ましく、また隙の間の隙間を滑りながら通るので摩擦抵抗が小さい方がよい。膜を滑かに移動するには、各々のローラーが全て駆動力を持つくらいの方が望ましい。ローラーはなるべく滑らかに回転することが望まれる。ローラーの軸受部にころがり軸受を用いると改善される。ころがり軸受はプラスチックまたはセラミック球等とプラスチックスリング線などで構成されていると水溶液中でも腐食のおそれは少ない。

第 18 図は、水素イオン濃度すなわち酸性度 (PH, ペーハー) によって泳動方向が変わるタンパク質、アミノ酸、ポリペプチド、また泳動速度が著しく変わる希土類金属の錯イオン等の分離に用いた装置を示す。

泳動媒膜 341、342、343 は、それぞれ調整槽 318、328、338 であらかじめ比較的近い PH の値に段階的に調整される。これらの泳動媒膜は、泳動操作中に PH の著しい変化を起さないようにあらかじめ緩衝処理がなされていることが望まし

い。通電中に、一体的に置かれた泳動媒膜のどこかで PH の値が極大値や極小値を生ずることがないように配置と緩衝処理をする。

タンパク質の分離に於いて、例えば、中央の泳動媒膜 342 の  $PH_{342}$  を分離成分のタンパク質の等電点に合わせると、それ以外の等電点を持つ不純成分は、泳動媒膜 341、343 の方へ移動する。

原料を、例えば、泳動槽 323 の陽極側から泳動させると、目的成分はやはり泳動媒膜 342 に捕縛される。しかし、泳動媒膜 341、342 に向陽極性の不純イオンが残って、各々の回収槽の方に膜の移動に伴なわれて搬ばれてしまう。

第 17 図のように、泳動槽 323 の移動している膜の上流側に、泳動槽から分離するように、原料泳入槽 322 を設けると、処理量は減少するけれども、目的成分が比較的高純度で得られる。また、原料泳入槽の溶液条件と、泳動槽の水素イオン濃度等の溶液条件とを異なつた条件に設定できるので、原料イオンを泳動媒膜 342 または 343 に導入させ易くなる。泳動槽の溶液も、膜の酸性度すな

わち  $PH_{341}$ 、 $PH_{342}$ 、 $PH_{343}$  の段階的な値が、通電中に設定値からずれないように制御したり、循環したりできる。

分離する泳動イオンが、酸性度によって泳動方向や泳動速度に変化を示さないものでも、その泳動速度の差が比較的大きければ、この原料泳入槽を設けることによって、目的成分およびその他の成分等と分離することができる。この時、泳動媒膜の各々の泳動抵抗を変えることによって、例えば、泳動媒膜 341 を相対的に厚くすることによって、これらの分離精度を高めることができる。

第 18 図に示した装置では、泳動槽 323 の通電量に比し、目的成分イオンの通入分、すなわち、原料泳入槽での消費量のうち、更に目的成分イオンの分しか最大でも回収できない。したがって収率は良くない。しかし、条件を整えることによって回収槽 325 で比較的純度の高い目的のイオン成分が回収される。

原料泳入槽の原料溶液は循環することによって、中性成分等の泳動槽等への流出が少なくなる。

これらの成分はまた回収槽の上流側に純水等の洗浄のための純水槽等を設けることによって除かれる。

電気泳動に於いて、水和水を多く持つイオンや多価イオンは泳動速度の遅いものが多い。すなわち泳動時の通電抵抗が大きい。これらはイオン交換樹脂や密なゲルでは時に著しいときがある。多価イオンのうちには溶液の水素イオン濃度等によって会合を起し、水溶性化合物等の重合体などを作って泳動抵抗が著しく大きくなるものも多い。

これらは、アセチルアセトン、ポリエーテル等の誘導体、ハロゲン化合物、その他のリガンド物質によって錯イオン化し安定化することができる。錯イオン化ではイオンの付号を変えることができるので、プラスイオンはマイナスイオンにすることができる。一般にマイナスイオンの方が水和水が少ない。泳動媒にイオン交換樹脂を用いた場合、イオンによっては膜間効果や膜中での親和性の効果が、泳動によるイオンの分離に逆に働く場合がある。これらの効果は錯イオン化によって影

られた電圧に比例する。しかし、電極表面の酸化などによって、電極に加えられた電圧は泳動媒中の電圧にかならずしも比例しない。これらは検出電極を用いて泳動電圧を検出し制御する。しかし、電流値によって制御の方が容易である時が多い。電流値は泳動媒中のイオンによって、その場の電圧すなわちイオンの泳動速度とかならずしも正確に比例しないが、他の方法によって、その関係を知らることができる。だいたいに於て、比例関係にあるので、定電流装置を用いることによって制御の目的が達せられる。すなわち、泳動媒膜の移動速度と、泳動槽の通電量すなわち泳動電流との関係的な制御によって、上記の操作等のこれらの目的が達せられる。

#### 例 作 用

第4図に示したように、イオンの泳動方向、すなわち、加えられている電場の方向に対し、垂直な方向に泳動媒を移動させても、肉流電気泳動と同じくらの分離効果がある。

第2図に示すように、泳動媒膜の幅方向を地盤

層を少なくしたり、無くしたりすることができる。ポリカルボン酸、ポリケトン、クラウンエーテル誘導体、中央部に細状構造を持つ手錠のような形の分子等のリガンド分子は錯化合物のイオン価の調節には都合が良い。

泳動媒にイオン交換樹脂を用いた場合、比較的泳動速度の小さいイオンのみが、泳動媒に進入するようにすると分離の効果が少ない場合がある。この場合、泳動媒中に分離操作にかけているイオンより泳動速度の大きい第三のイオンがいつも混在しているようにすると、その分電流効率が悪くなるが、分離の効果が良くなる場合がある。より速く進むイオンは、遅いイオンを追い越して行くので、例えば、第7図に於て陽極側寄りの溶液より補給する。例えば、押し出しイオン槽に水素イオン、アンモニウムイオン、アルカリ金属イオンなどを混入することによって目的が達せられる。分離イオンが陰イオンの場合は、陰極寄りの槽に、ハロゲンイオン、炭素酸イオンなどを混入する。

イオンの泳動速度は、その電場すなわち加え

の水平面に対し垂直に設けると、主電極や中間槽にある中間電極から発生する気泡が速かに容易に除かれる。また、これらの電極を容易に設置できる。更に、泳動媒膜を移動させるローラーの軸の一方を液面から空中に突出できるので、液に対する軸封部がいらない。この膜は、その厚さとはほぼ等しい薄い溝の中を滑らせるので、ローラーの大部分が駆動力を持つことが望ましい。ローラーの数が多い場合が多いので、液の軸封部がないことは有効である。

第2図に示すように、膜の幅方向の両端部を絶縁体で構成した細い隙間の溝にさし込むことによって、各槽間の実用的な電氣的絶縁が可能である。この溝は、膜の厚さよりわずかに広い幅を持つ断面が方形の簡単な構造の溝で充分実用となる。

これは泳動媒膜を薄くすることによって、この膜の1枚当りにかかる泳動のための電圧が充分低くて間に合うからである。したがって、溝の中に絶縁のためのハロゲン化アルキル等の絶縁電液や軽油等の絶縁電液を満たす要がない。これらの液

体は、時に、イオン交換樹脂膜などの泳動媒膜に吸収され、膜体を膨張させて寸法変化を起す場合が多い。

膜の断面がわずかに波形になるようにすると、滑動面の接触滑動部分にわずかに圧力がかかるけれども、絶縁のために有効である。

第1図および第18図のように、泳動媒膜に相当の引張り強さがあれば、ローラーを対置的に、または全てのローラーに於て膜がローラーの軸の中心に向つて押圧を生ずるように設置できるので、滑動面に押圧がかかる場所がないようにできる。したがつて膜の移動に特殊な送り機構を必要としない。

また、横方向の側は、これらのローラーと泳動媒膜を囲むように絶縁体を設置すると、実用的な電気的絶縁が充分得られる。この場合、中間槽内の液はかならずしも隔離されていないので、水圧の差があると、低い方へ液が漏洩していく。しかし、これを環流の方向と一致させることができるため、実用的にさしつかえない。

膜中に目的の1成分のみを留めさせることができる。したがつて、泳動後これらを1枚ずつに分け、各々の回収槽で各イオンを回収する。容易に目的のイオン成分が得られる。これらは操作時間を短くすることができる。

泳動槽の上流側に原料液入槽を設けると、処理量は少なくなるが、高純度の目的成分が得られぬ。

重ねて一体的にして移動させる泳動媒膜の特性度を段階的に設定すると、タンパク質のように等電点でほとんど泳動しなくなるもの、希土類金属の錯イオンのようにイオンの価数が変わるもの等は、ある酸性度のところにあるイオン成分が残り易くなる作用がある。また、ある泳動時間のある泳動媒膜に残り易くなる作用がある。

#### (4) 発明の効果

この発明は以上説明したように、比較的簡単な構造や構成で、実用上連続的な電気泳動による分離ができ得ることである。

更に、この移動する泳動媒膜を1つの泳動槽内

泳動槽の両側に、互い遠くにローラーを設ける簡単な構造で多段の中間槽を形作ることができる。

第5図、第6図、第7図の項で説明したように、泳動槽内を多段として、中間槽内の選進成分含量比を上流から下流に向つて高くする、すなわち、選進成分が多くなるように段階的に設定すると、回収される選進イオン側成分の中の選進成分含量比を大きくすることができるように作用する。

第13図のように、上流側からの選進成分の含量比の高い環流液を、泳動媒膜が泳動槽に入ってくる移入口付近に留めておくように環流液滞留部を設けると、上流側へくみ上げて戻される溶出成分が多くなるように作用する。

泳動するイオンは泳動媒中で、泳動媒と結び付いたり、多くの水和水を持つようだと分離効果が少なくなる。イオンをあらかじめ比較的安定な錯イオンとすると、これを防ぐ方向に作用する。

第18図のように、調整された複数の泳動媒膜を重ねて、厚さ方向に泳動すると、1枚の泳動媒

に多段に設け、かつ、その中間槽の選進成分イオンの含量比を設定することにより、泳動媒に含まれてしまった上流側のイオンの残りを、押し出し効果によって再生的に押し出し、そしてこの時、下流側から流入するイオンの泳動分離が同時に行なわれる。各段で移動している泳動媒膜は、選進成分の上流側中間槽へのくみ上げと、選進成分の下流側へのくみ下げを行うことができる。分離イオンの泳動速度差が小さい時は、分離に多段を要し、一方の成分例えば選進成分が非常にわずかに含まれている場合は収率は大きくできない。しかし、液の一部を環流しながら行なうので、選進成分の濃縮に当つて、濃度段階ごとに処理量を合わせるための階層型の並列選進回路いわゆるカスケード回路を細かく組む必要はない。その過程が精溜塔のそれに似ているからである。すなわち、回収側と濃縮側とは一列状で行なわれる。これは同一型の装置を並列にして処理量を増やせる効果がある。高濃縮比を要する時は、濃度段階によるカスケード回路を組んだ方が効率がよい。この時細

かく組む必要はない。

これらは全て水溶液または溶液の形で処理、操作等ができるので、ガス化に伴う漏洩等の危険もなく、用いる電圧も低電圧でよく比較的安全で、操作が簡単で自動化しやすい効果がある。

一般に、微生物などが生産した医薬品等の生物活性物質等は、これらの溶液から有機溶媒で抽出して取り出すのが一番容易でかつ効率がよい場合が多い。しかし、近時、比較的分子量のポリペプチドやタンパク質等を取り出す要が現われてきた。これらの親水性の化合物は、溶液による抽出ではあまり効率の良くないものが多い。また、これらの操作中に生物活性が失われる変成が起る場合がある。

水溶液中や水含有ゲル中での電気泳動で、これらの活性や構造が失われて変成が起ることは少ない。したがって、これら変成の起り易い成分の分離には効果が期待できる。また、水溶液中から水溶液中へ分離されてくるから新しい物質の研究に於ける物質分離に効果が期待される。

である。

第7図は多段とした時の当発明の装置の作動中の様子を示すための模式的な断面図である。

第8図、第9図および第10図は当発明の模式的な断面図、第8図は第9図のE—Eに於ける平面断面図、第9図は第8図のD—Dにおける正面断面図、第10図は第8図の泳動装置の一部を拡大して示した断面図である。第11図は第8図の泳動装置の移出口付近におけるイオン含量比を示す模式的なグラフである。たて軸は相対的な含量を示し、横軸は第10図に示す部位の位置を示す。

第12図は第13図の泳動装置の移出口付近におけるイオン含量比を示す模式的なグラフである。たて軸は相対的な含量を示し、横軸は第11図のそれと同様な位置を示す。第13図は当発明の模式的な平面断面図である。

第14図は泳動槽を長方形に省略して示した当発明の模式図である。第15図はイオン泳動テストの結果を示す模式図である。第16図および第17図は泳動装置戻り部分等を省略し、泳動槽を

第16図、第17図および第18図の方法では比較的短時間で、かつ、制御された温度で原料から目的成分を直接的に取り出し得る効果が期待される。

これらの方法は泳動槽の通電量を数百A（アンペア）くらいの規模のものが比較的容易に製作され得る。したがって、生化学、その他に於ける微量成分の検査にも効果が期待され得る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図および第2図はこの発明の帯状の泳動装置を用いた連続イオン分離装置の模式的な断面図で、第1図は装置の平面断面図、第2図は第1図のA—Aにおける正面断面図である。第1図は第2図のB—Bにおける高さの断面を示している。

第3図は当発明を説明するための固体の泳動装置を用いた向流電気泳動装置の模式的な正面断面図、第4図は当発明の方法を説明するための模式的な泳動装置の泳動部を示す模式的な断面図、第5図および第6図は泳動中の模式的なイオンのよるまいを説明するための泳動装置の模式的な断面図

長方形に省略して示した当発明の構成と配列を示す模式図である。

第18図は当発明の模式的な平面断面図である。

符号の説明：第1図および第2図、

- 1 …… 泳動槽、 2 …… 泳動槽の側壁絶縁体、
- 3 …… 泳動装置、 4 …… 陽極、 5 …… 陰極、
- 6 …… 泳動槽内の溶液面、
- 16 …… ロール、 20 …… 陽極室、
- 21、22、23、24、27 …… 中間槽、
- 29 …… 原料供給槽、 30 …… 陰極室、
- 31 …… 膜下絶縁層、 40 …… 多孔質板、
- 41 …… 環流液滞留部、 55 …… 環流管、
- 61、62 …… 下絶縁体、 65、66 …… 泳動装置当てバー、
- 74、75 …… 直流電源、
- 80 …… 泳動装置の戻り部分再生調整槽、
- 81 …… 濃縮成分回収槽、 82 …… 泳動装置の調整槽、
- 83 …… 水洗槽、 84 …… 予備槽、
- 88、89 …… 純水槽、 91、94 …… ロール、
- 92 …… 張りロール、 102 …… 上絶縁体、

110 ……膜の上縁絶縁層、114 ……ローラー駆動歯車。

第3図、

$A^+$  ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$  ……イオン  $B^+$ 、  
130 ……泳動管、131 ……絶縁体膜泳動槽、  
132 ……ピストン136の液封じOリング、  
133 ……泳動媒ブロック、134 ……陽極、  
135 ……陰極、  
136、137、138 ……ブロック押しピストン、  
139、140 ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$  を含んで除去される泳動媒ブロック。

第4図、

$A^+$ 、 $B^+$  ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$ 、  
 $H^+$  ……イオン  $H^+$  (水素イオン)、  
143 ……泳動媒の帯、144 ……陽極、  
145 ……陰極、146 ……絶縁体、  
148 ……泳動媒の移出口、  
149 ……陰極室のイオン透過性膜の窓。

第5図および第6図、

$A^+$ 、 $B^+$ 、 $O^+$ 、 $H^+$  ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$ 、 $O^+$ 、 $H^+$ 、

O ……中間槽の  $L_n$  と  $L_{n+1}$  にはさまれて移動している泳動媒膜の下流側界面、

T ……同膜の上流側界面、 $c$  ……相対含量、  
 $I_{A^+}$  ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$  の混合物の泳動速度の平均値に対する相当向流率約100%のときのイオン  $A^+$  の最先端の泳動距離、  
 $I_{B^+}$  ……相当向流率100%のときのイオン  $B^+$  の最先端の泳動距離、  
190 ……泳動槽の底壁、191 ……泳動槽の側壁、  
193 ……泳動媒膜、195、196 ……絶縁体ケース、  
198、199 ……導流槽、201、202 ……上縁絶縁体、  
203 ……下流側の中間槽、  
204 ……上流側の中間槽、206 ……溶液面、  
210 ……ローラー駆動歯車、211、212 ……環流管、  
213、214 ……電流密度均一化穴あき板、  
215 ……下縁絶縁体、216 ……ローラー。

第12図および第13図、

$A^+$ 、 $B^+$ 、 $c$ 、 $L_n$ 、 $L_{n+1}$ 、 $M$ 、 $O$ 、 $T$  ……第10図および第11図のそれに相当する、  
 $I_{A^+}$ 、 $I_{B^+}$  ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$  の混合物の泳動速度の

④、⑤ ……電場を表わす記号、

151 ……泳動管壁、  
153 ……静止している泳動媒。

第7図、

F ……原料、 $H^+$  ……イオン  $H^+$ 、  
 $R_0$  ……押し出し用のイオン(量)、  
 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$  ……環流(量)、  
 $i_1$ 、 $i_2$ 、 $i_3$ 、 $i_4$ 、 $i_5$ 、 $i_6$  ……通電量(泳動電流)、  
161 ……泳動槽の側壁絶縁体、  
162 ……濃縮成分回収器、163 ……泳動媒膜、  
166 ……ローラー、170 ……押し出しイオン槽、  
171、172、173、174 ……中間槽、  
175 ……原料供給槽、176 ……濃縮成分回収槽、  
181 ……中間電板。

第8図、第9図、第10図および第11図、

$A^+$ 、 $B^+$  ……イオン  $A^+$ 、 $B^+$ 、  
 $L_n$  ……下流側の中間槽の溶液、  
 $L_{n+1}$  ……上流側の中間槽の溶液、  
 $M$  ……泳動媒膜、 $\delta$  ……泳動媒膜中のイオンの泳動距離(泳動媒膜の厚さ)、

平均値に対する相当向流率98%のときのイオン  $A^+$  およびイオン  $B^+$  のそれぞれの最先端の泳動距離、  
222、223、224、225 ……中間槽、

231 ……泳動槽の側壁、233 ……泳動媒膜、  
241 ……環流液滞留部、  
245 ……環流液滞留部の多孔質板、  
255、256 ……環流管、263、264 ……下縁絶縁体、  
265 ……泳動媒膜当てバー、  
274 ……泳動媒膜の移入口、  
284 ……泳動媒膜の移出口、286 ……ローラー。

第14図、

F ……原料、 $R_0$  ……押し出し用イオン、  
 $R_1$  ……濃縮成分回収物、 $R_2$  ……濃縮成分回収物、  
 $R_d$  ……泳動槽の回収部、 $R_u$  ……泳動槽の濃縮部、  
293 ……泳動媒膜(の返り部分を示す線)、  
296 ……泳動槽の回収部、298 ……回収器、  
297 ……泳動槽の濃縮部、299 ……再生調整槽。

第15図、第16図および第17図、

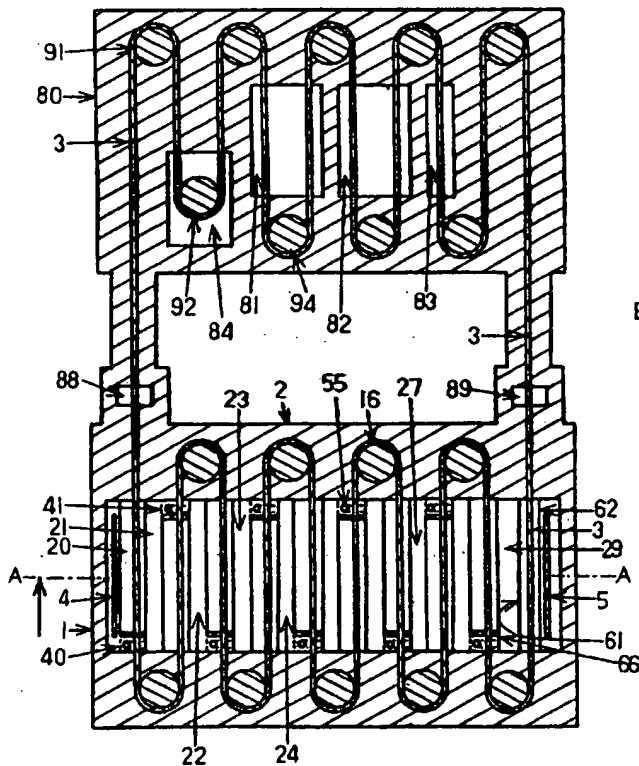
F ……原料、 $I$ 、 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 、 $I_4$ 、 $I_5$  ……中間回収成分、  
 $P_0$  ……試料の添加位置、

$P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, P_6$  ……泳動成分（イオン等）、  
 $R_1$  ……成分  $P_1, P_2$  を主成分とする遅速成分、  
 $R_2$  ……成分  $P_4, P_5, P_6$  を主成分とする遅速成分、  
 300 ……泳動板、 301 ……前段泳動槽、  
 302 ……後段泳動槽、 307 ……濃縮部、  
 311、312、313、314、315 ……泳動槽。

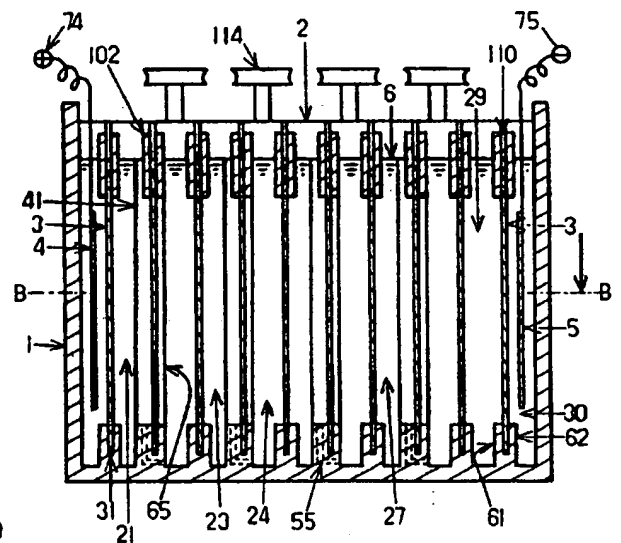
第 18 図、

317 ……陽極側成分回収槽、318 ……再生液槽、  
 321 ……泳動装置の絶縁体、  
 322 ……原料泳入槽、 323 ……泳動槽、  
 325 ……目的成分回収槽、 326 ……再生槽、  
 327 ……調整槽、 328 ……水洗槽、  
 331 ……張りローラー、 332 ……純水槽、  
 334 ……陰極側成分回収槽、 335 ……補液槽、  
 336、337 ……圧着ローラー、 338 ……調整槽、  
 341、342、343 ……泳動膜、 344 ……陽極室、  
 345 ……陰極室、 355 ……陰板。

特許出願人 岸 野 政 英  
 青 島 意 義

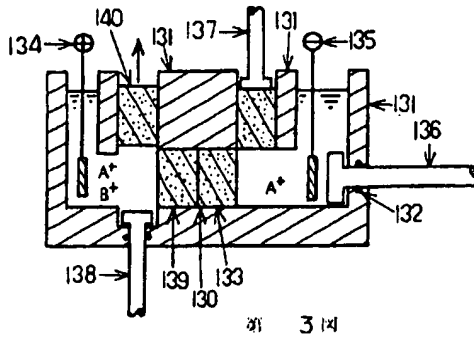


第 1 図

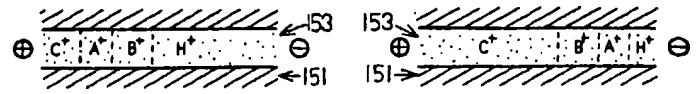


第 2 図



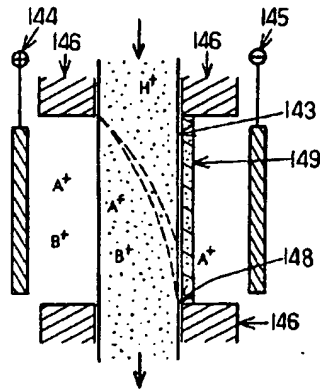


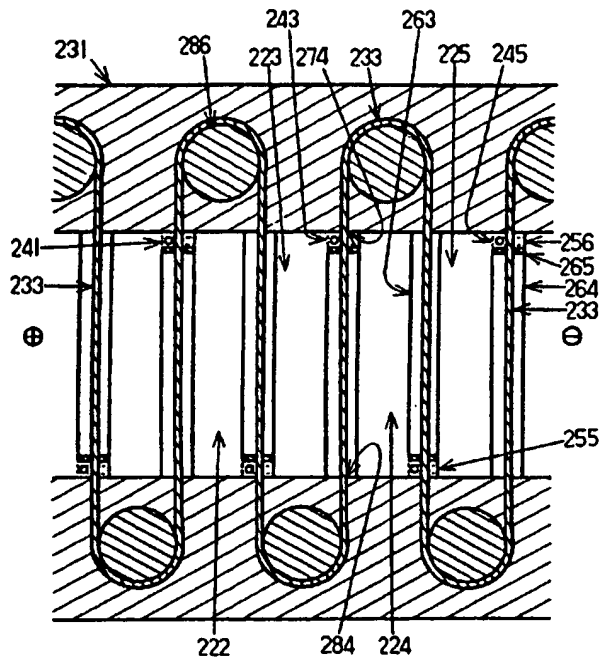
第 3 図



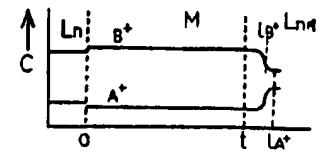
第 5 図

第 6 図

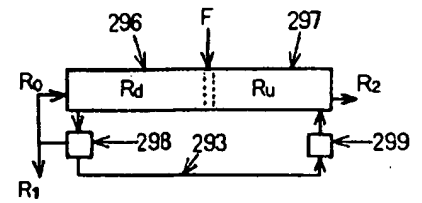




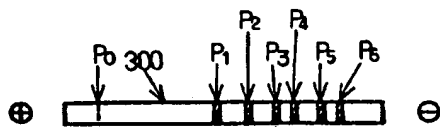
第 13 図



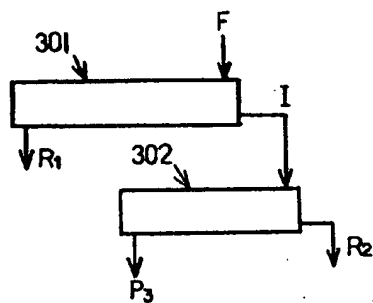
第 12 図



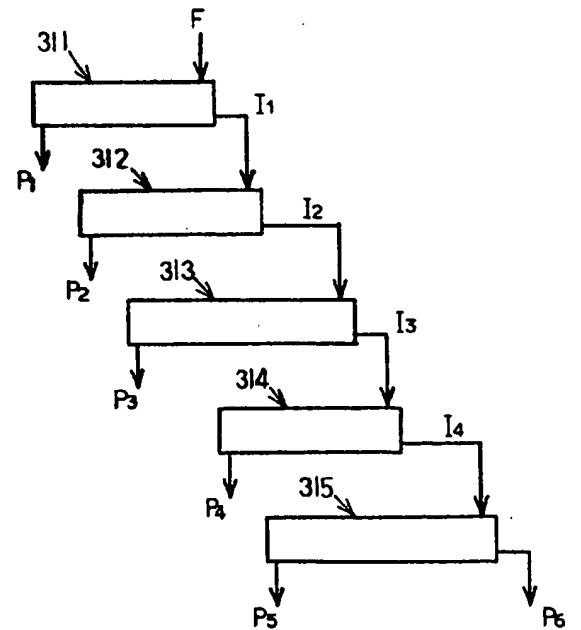
第 14 図



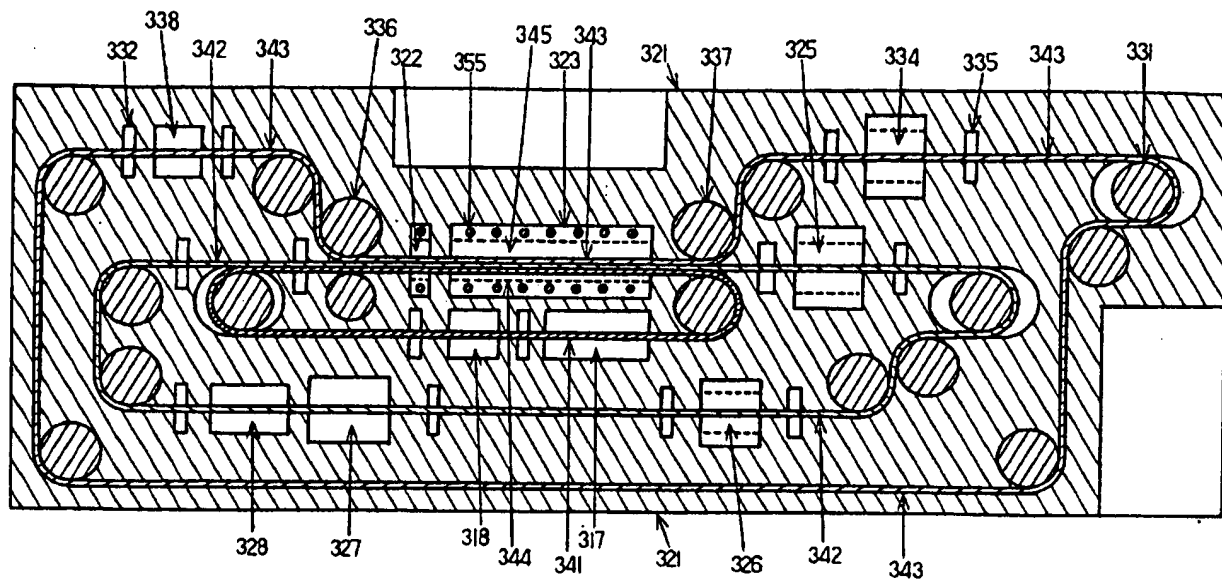
第 15 図



第 16 図



第 17 図



第 18 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**