



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 274 237 A5

4(51) C 25 B 9/00
C 25 B 11/00
C 25 B 1/00
C 02 F 1/46

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

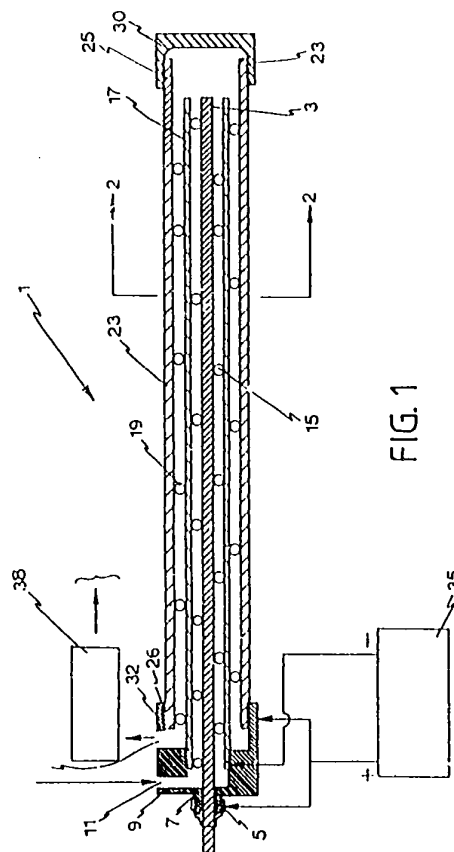
(21)	AP C 25 B / 316 494 4	(22)	07.06.88	(44)	13.12.89
(31)	059,998	(32)	09.06.87	(33)	US
	074,680		17.07.87		
	102,681		30.09.87		

(71) siehe (73)
(72) Herbst, Robert; Renk, Russell, US
(73) Cleanup and Recovery Corp., Denver, Colorado 80202, US
(74) Internationales Patentbüro Berlin, Wallstraße 23/24, Berlin, 1020, DD

(54) Vorrichtung und Verfahren zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten

(55) Flüssigkeit, Behandlung, elektrolytisch, Isolator, wendelförmig, Anodenstange, Kathodenrohr, Abstand, Gleichspannung, Richtung, verschieden

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten, bei welchem die wäßrige Lösung entlang eines inneren wendelförmigen Isolators geführt wird, welcher um eine zentral angeordnete massive Anodenstange herumgewickelt ist und entlang eines umhüllenden inneren Kathodenrohrs, dann entlang des inneren Kathodenrohrs, welches mit einem anderen wendelförmigen Isolator umwickelt ist und auf Abstand gehalten wird, und einem umhüllenden äußeren Anodenrohr. Die massive Stange kann durch ein innerstes Rohr ersetzt werden, mit dem Ziel, die Lösung anfänglich durch einen Kathodenteil des Systems strömen zu lassen. Darüber hinaus kann ein innerstes Kathodenrohr eine Vielzahl von Öffnungen als Durchlässe für die Lösung aufweisen. Es wird eine Gleichspannung angelegt, entweder in einer Richtung oder in aufeinanderfolgenden Bereichen mit verschiedenen Richtungen, über die Anzahl von Metallstangen und -rohren, wodurch wirkungsvoll sowohl suspendierte Materialien als auch gelöste Feststoffe aus der Lösung, welche behandelt wird, entfernt werden. Die Leistung, welche von der Gleichspannungsquelle zugeführt werden muß, kann verringert werden, wenn spezifizierte Rohre oder Stangen einer Behandlung unterzogen werden. Fig. 1



Patentansprüche

1. Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten, welche eine Spannungsquelle und ein Gehäuse mit einem Eingangs- und einem Ausgangsteil aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Gehäuse innere (17) und äußere (23) Rohre umgibt, innere (15) und äußere (19) Isolatoren und ein zentrales langgestrecktes Element (3); daß der genannte Isolator (15) um das zentral angeordnete langgestreckte Element (3) herumgewickelt ist; daß das genannte innere Rohr (17) den genannten inneren Isolator (15) einschließt, daß der genannte äußere Isolator (19) um das genannte innere Rohr (17) herumgewickelt ist, daß das genannte äußere Rohr (23) den genannten äußeren Isolator (19) umgibt und die genannte Spannungsquelle (35) mit einer Klemme mit dem genannten zentral angeordneten Element (3) und dem genannten äußeren Rohr (23) verbunden ist und die andere Klemme mit dem genannten inneren Rohr (17) verbunden ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) massiv ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) rohrförmig ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte rohrförmige zentral angeordnete Element (3) eine Vielzahl von Öffnungen (58) aufweist, welche durch dieses hindurchgehen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) und das genannte

- 23 -

äußere Rohr (23) aus einem Material hergestellt sind, welches als Anode wirkt, und daß das genannte innere Rohr (17) aus einem Material hergestellt ist, welches als Kathode wirkt.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) und das genannte äußere Rohr (23) aus einem Material hergestellt sind, welches als Kathode wirkt, und daß das genannte innere Rohr (17) aus einem Material hergestellt ist, welches als Anode wirkt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) aus einem Material hergestellt ist, welches als Kathode wirkt, und das genannte innere (17) und das genannte äußere (23) Rohr aus einem Material hergestellt sind, welches als Anode wirkt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) aus einem Material hergestellt ist, welches als Anode wirkt, und das genannte innere (17) und das genannte äußere (23) Rohr aus einem Material hergestellt sind, welches als Kathode wirkt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) und das genannte innere Rohr (17) aus einem Material hergestellt sind, welches als Anode wirkt, und daß das genannte äußere Rohr (23) aus einem Material hergestellt ist, welches als Kathode wirkt.
10. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) und das genannte

innere Rohr (17) aus einem Material hergestellt sind, welches als Kathode wirkt, und daß das genannte äußere Rohr (23) aus einem Material hergestellt ist, welches als Anode wirkt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete Element (3) und das genannte innere (17) und das genannte äußere (23) Rohr Abstandhalter (70) aufweisen, welche einen Widerstand besitzen, um die Spannungsabfälle über dieselben zu variieren.
12. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die genannte Spannungsquelle (35) Polumschalter (71; 72) aufweist, welche periodisch die Polarität des genannten zentral angeordneten langgestreckten Elementes (3) und der genannten inneren (17) und äußeren (23) Rohre umschalten.
13. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des genannten langgestreckten Elementes (3) und des genannten inneren (17) und des genannten äußeren (23) Rohres Substanzen hinzugefügt werden, um den Reaktionsbereich derselben zu erhöhen.
14. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zu den genannten Flüssigkeiten Substanzen hinzugefügt werden, um die Konzentration an Metallionen zu vergrößern, mit dem Ziel, die Wirksamkeit der genannten Vorrichtung (1) zur elektrolytischen Behandlung zu erhöhen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das zentral angeordnete langgestreckte Element (3) behandelt ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das innere Rohr (17) behandelt ist.
17. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das äußere Rohr (23) behandelt ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu den genannten Flüssigkeiten hinzugefügt ist, um die Beschaffenheit des Schlammes oder der Ausfällungen zu verändern, welche gebildet werden.
19. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu den genannten Flüssigkeiten hinzugefügt ist, um die Entfernungen von Verunreinigungen aus den genannten Flüssigkeiten zu verbessern.
20. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu den genannten Flüssigkeiten hinzugefügt ist, um einen ungefährlichen Schlamm oder ungefährliche Ausfällungen zu bilden.
21. Verfahren zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten, bei welchem ein zentrales langgestrecktes Element Verwendung findet; ein innerer Isolator, welcher um das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element herumgewickelt ist; ein inneres Rohr, welches den genannten inneren Isolator umhüllt; ein äußerer Isolator, welcher um das genannte innere Rohr herumgewickelt ist; ein äußeres Rohr, welches den genannten äußeren Isolator umhüllt; ein Gehäuse, welches Einlaß- und Auslaß-~~Teile~~ aufweist und eine Spannungsquelle, welche Klemmen besitzt, dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Verfahren die genannte wäßrige Lösung entlang des

genannten inneren Isolators (15) geführt wird, derart, daß die genannte wäßrige Lösung mit dem genannten zentral angeordneten langgestreckten Element (3) und dem genannten inneren Rohr (17) in Berührung gelangt, daß die genannte wäßrige Lösung entlang des genannten äußeren Isolators (19) geführt wird, derart, daß die genannte wäßrige Lösung mit dem genannten inneren Rohr (17) und dem genannten äußeren Rohr (23) in Berührung gelangt; daß eine Klemme der genannten Spannungsquelle (35) mit dem genannten zentralen langgestreckten Element (3) und dem genannten äußeren Rohr (23) verbunden wird; daß die andere Klemme der genannten Spannungsquelle (35) mit dem genannten inneren Rohr (17) verbunden wird und die genannte Spannungsquelle eine Spannung über das genannte zentrale langgestreckte Element (3) und das genannte innere und äußere Rohr (17; 23) zuführt, wobei die genannte Spannungsquelle (35) dadurch schwebende Materialien und gelöste Feststoffe aus der genannten wäßrigen Lösung entfernt.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das zentral angeordnete langgestreckte Element (3) und das genannte äußere Rohr (23) aus Metall hergestellt werden, welches als Anode wirkt und daß das genannte innere Rohr (17) aus einem Metall hergestellt wird, welches als Kathode wirkt.
23. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das zentral angeordnete langgestreckte Element (3) und das genannte äußere Rohr (23) aus einem Metall hergestellt werden, welches als Kathode wirkt, und daß das genannte innere Rohr aus einem Metall hergestellt wird, welches als Anode wirkt.

- 27 -

24. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element (3) als massive Stange ausgebildet wird.
25. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element (3) als innerstes Rohr ausgeführt wird.
26. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung, welche durch die Spannungsquelle (35) zugeführt wird, variiert wird.
27. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Polarität über den Klemmen der genannten Spannungsquelle (35) reversiert werden kann.
28. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Schlamm, welcher aus der genannten wäßrigen Lösung gebildet wird, zurückgeführt (Recycling) wird.
29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß Keime für die Kernbildung in die genannte wäßrige Lösung in Form des zurückgeführten Schlammes eingebracht werden.
30. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der reaktive Bereich des genannten langgestreckten Elementes (3) sowie des inneren (17) und äußeren (23) Rohres vergrößert werden.
31. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu der wäßrigen Lösung hinzugegeben wird, um die Konzentration der Metallionen zu vergrößern, und dadurch die Entfernung der Verunreinigungen aus der genannten wäßrigen Lösung zu verbessern.

32. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element (3) als behandelte massive Stange ausgeführt wird.
33. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element (3) als behandeltes innerstes Rohr ausgebildet wird.
34. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das innere Rohr behandelt wird.
35. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu der genannten wäßrigen Lösung hinzugegeben wird, um die Beschaffenheit des Schlammes oder der Ausfällungen, welche gebildet werden, zu verändern.
36. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu der genannten wäßrigen Lösung hinzugegeben wird, um die Entfernung der Verunreinigungen aus den genannten Flüssigkeiten zu verbessern.
37. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Substanz zu der genannten wäßrigen Lösung hinzugegeben wird, um ungefährliche Schlämme oder Ausfällungen zu bilden.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Vorrichtung und Verfahren zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf die elektrolytische Behandlung von Flüssigkeiten, und insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf ein verbessertes System zur Behandlung von wäßrigen Lösungen, indem verursacht wird, daß gelöste Feststoffe aus der Lösung ausgefällt werden.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Bei einem bekannten System des Standes der Technik strömt eine wäßrige Lösung, welche gelöste Feststoffe enthält, durch die Kathodenröhren, ohne daß irgendwelche Vorkehrungen unternommen würden, die Berührung der Flüssigkeit mit den inneren Oberflächen der Kathodenrohre zu maximieren. Darüber hinaus werden in den meisten Fällen für eine wirkungsvolle elektrolytische Behandlung eine Vielzahl von Anoden- und Kathodenröhren benötigt. Dieses vergrößert in drastischer Weise die Kosten für die Behandlung, insbesondere für das Entfernen von Anionen und Kationen. Strukturelle Gesichtspunkte, welche darüber hinaus die Wirksamkeit verringern und die Kosten für die Vorrichtungen zur elektrolytischen Behandlung nach dem Stand der Technik vergrößern, beinhalten die Länge des Gehäuses, von welchem sich der Auslaß erstreckt und die Einlaßsammelleitung, welche nicht zu der wirklichen Entfernung der gelösten Anionen und Kationen von den Anoden- und Kathodenrohren beitragen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die genannten Mängel zu beheben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, sowohl die Be-

- 2 -

rührung der Flüssigkeit mit den Metalloberflächen der Anoden und Kathoden zu maximieren, wie auch die Anzahl der Behandlungsrohre zu minimieren, welche für eine derartige verbesserte Wirksamkeit benötigt werden. Außerdem soll die vorliegende Erfindung die erforderliche Leistung für einen wirksamen Betrieb minimieren und der Lösung ermöglichen, von einem Rohr in ein anderes zu strömen, wenn sie nacheinander elektrischen Feldern mit verschiedenen Richtungen ausgesetzt werden soll. Darüber hinaus sollen die Lebensdauer der Rohre verlängert und die Leistungszuführung von der Gleichspannungsquelle verringert werden.

Das System zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten entsprechend der vorliegenden Erfindung findet zur wirkungsvollen Entfernung von Verunreinigungen aus wäßrigen Lösungen Verwendung, insbesondere von gelösten Anionen und Kationen, indem die wäßrige Lösung durch eine Vielzahl von metallischen Stangen oder Rohren fließt, welche entweder als positive Anoden oder negative Kathoden wirken und danach eine Gleichspannung angelegt wird, entweder in einer Richtung oder in aufeinanderfolgenden Bereichen mit verschiedenen Richtungen, über die Vielzahl der metallischen Stangen oder Rohre, wobei wirkungsvoll sowohl schwebende Materialien als auch gelöste Feststoffe aus der wäßrigen Lösung entfernt werden.

Bei einer Ausführungsvariante tritt die wäßrige Lösung, welche behandelt werden soll, in einen Einlaß ein und strömt entlang des inneren nicht leitenden wendelförmigen Isolators und Abstandshalters und entlang der äußeren Oberfläche der zentralen Anoden- oder Kathodenstange und der inneren Oberfläche des inneren Kathoden- oder Anodenrohrs. Die wäßrige Lösung strömt dann entlang des äußeren wendelförmigen Isolators oder Abstands-

- 3 -

halters und entlang der äußeren Oberfläche des inneren Rohres und der inneren Oberfläche des äußeren Anoden- oder Kathodenrohres. Die wäßrige Lösung strömt danach durch die Austrittsöffnung, in welcher die Trennung der Feststoffe von der Flüssigkeit bewirkt wird. Bei einer anderen Ausführungsvariante kann die zentrale Anoden- oder Kathodenstange durch ein innerstes Anoden- oder Kathodenrohr ersetzt werden. Bei noch einer weiteren Ausführungsvariante weist das innerste Anoden- oder Kathodenrohr eine Vielzahl von Öffnungen auf, durch welche die wäßrige Lösung hindurchströmt.

Die im vorangegangenen beschriebenen Rohre, in jeder möglichen Kombination, können verschiedene Arten von Öffnungen aufweisen. Die Kombination von metallischen Stangen und Rohren ist in einem Rohrgehäuse eingeschlossen, mit dem Ziel, Undichtigkeiten auszuschließen.

Im einzelnen ist die Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten, welche eine Spannungsquelle und ein Gehäuse mit einem Eingangs- und einem Ausgangsteil aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Gehäuse innere und äußere Rohre umgibt, innere und äußere Isolatoren und ein zentrales langgestrecktes Element; daß der genannte Isolator um das zentral angeordnete langgestreckte Element herumgewickelt ist; daß das genannte innere Rohr den genannten inneren Isolator einschließt, daß der genannte äußere Isolator um das genannte innere Rohr herumgewickelt ist, daß das genannte äußere Rohr den genannten äußeren Isolator umgibt und die genannte Spannungsquelle mit einer Klemme mit dem genannten zentral angeordneten Element und dem genannten äußeren Rohr verbunden ist und mit der anderen Klemme mit dem genannten inneren Rohr.

Es ist von Vorteil, wenn das genannte zentral angeordnete Element massiv ist.

Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn das genannte zentral angeordnete Element rohrförmig ist.

In diesem letzteren Falle ist es zweckmäßig, daß das genannte rohrförmige zentral angeordnete Element eine Vielzahl von Öffnungen aufweist, welche durch dieses hindurchgehen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind verschiedene Variationen möglich. So können das genannte zentral angeordnete Element und das genannte äußere Rohr aus einem Material hergestellt sein, welches als Anode wirkt, und das genannte innere Rohr aus einem Material hergestellt sein, welches als Kathode wirkt.

Es kann auch von Vorteil sein, wenn das genannte zentral angeordnete Element und das genannte äußere Rohr aus einem Material hergestellt sind, welches als Kathode wirkt und daß das genannte innere Rohr aus einem Material hergestellt ist, welches als Anode wirkt, oder wenn: das genannte zentral angeordnete Element aus einem Material hergestellt ist, welches als Kathode wirkt und das genannte innere und das genannte äußere Rohr aus einem Material hergestellt sind, welches als Anode wirkt, beziehungsweise, wenn das genannte zentral angeordnete Element aus einem Material hergestellt ist, welches als Anode wirkt und das genannte innere und das genannte äußere Rohr aus einem Material hergestellt sind, welches als Kathode wirkt.

Es kann auch zweckmäßig sein, daß das genannte zentral angeordnete Element und das genannte innere Rohr aus einem Material hergestellt sind, welches als Anode wirkt und daß das genannte äußere Rohr aus einem Material hergestellt ist, welches als Kathode wirkt, oder wenn das genannte zentral angeordnete Element und das genannte innere Rohr aus einem Material hergestellt sind,

welches als Kathode wirkt und daß das genannte äußere Rohr aus einem Material hergestellt ist, welches als Anode wirkt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weisen das genannte zentral angeordnete Element und das genannte innere und das genannte äußere Rohr Abstandhalter auf, welche einen Widerstand besitzen, um die Spannungsabfälle über dieselben zu variieren.

Die genannte Spannungsquelle weist Polumschalter auf, welche periodisch die Polarität des genannten zentral angeordneten langgestreckten Elementes und der genannten inneren und äußeren Rohre umschalten.

Es ist vorteilhaft, wenn innerhalb des genannten langgestreckten Elementes und des genannten inneren und des genannten äußeren Rohres Substanzen hinzugefügt werden, um den Reaktionsbereich derselben zu erhöhen.

Es kann aber auch zweckmäßig sein, daß zu den genannten Flüssigkeiten Substanzen hinzugefügt werden, um die Konzentration an Metallionen zu vergrößern, mit dem Ziel, die Wirksamkeit der genannten Vorrichtung zur elektrolytischen Behandlung zu erhöhen.

In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung kann das innere Rohr behandelt sein. Ebenso kann auch das äußere Rohr behandelt sein.

Es ist zweckmäßig, daß wenigstens eine Substanz zu den genannten Flüssigkeiten hinzugefügt ist, um die Beschaffenheit des Schlammes oder der Ausfällungen zu verändern, welche gebildet werden.

Es ist aber auch möglich, daß wenigstens eine Substanz zu den genannten Flüssigkeiten hinzugefügt ist, um die Entfernung von Verunreinigungen aus den genannten Flüssigkeiten zu verbessern,

- 6 -

oder daß wenigstens eine Substanz zu den genannten Flüssigkeiten hinzugefügt ist, um einer ungefährlichen Schlamm oder ungefährliche Ausfällungen zu bilden.

Das Verfahren zur elektrolytischen Behandlung von Flüssigkeiten, bei welchem ein zentrales langgestrecktes Element Verwendung findet; ein innerer Isolator, welcher um das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element herumgewickelt ist; ein inneres Rohr, welches den genannten inneren Isolator umhüllt; ein äußerer Isolator, welcher um das genannte innere Rohr herumgewickelt ist; ein äußeres Rohr, welches den genannten äußeren Isolator umhüllt; ein Gehäuse, welches Einlaß- und Auslaßteile aufweist und eine Spannungsquelle, welche Klemmen besitzt, ist dadurch gekennzeichnet, daß bei dem Verfahren die genannte wäßrige Lösung entlang des genannten inneren Isolators geführt wird, derart, daß die genannte wäßrige Lösung mit dem genannten zentral angeordneten langgestreckten Element und dem genannten inneren Rohr in Berührung gelangt, daß die genannte wäßrige Lösung entlang des genannten äußeren Isolators geführt wird, derart, daß die genannte wäßrige Lösung mit dem genannten inneren Rohr und dem genannten äußeren Rohr in Berührung gelangt; daß eine Klemme der genannten Spannungsquelle mit dem genannten zentralen langgestreckten Element und dem genannten äußeren Rohr verbunden wird; daß die andere Klemme der genannten Spannungsquelle mit dem genannten inneren Rohr verbunden wird und die genannte Spannungsquelle eine Spannung über das genannte zentrale langgestreckte Element und das genannte innere und äußere Rohr zuführt, wobei die genannte Spannungsquelle dadurch schwebende Materialien und gelöste Feststoffe aus der genannten wäßrigen Lösung entfernt.

Dabei können das zentral angeordnete langgestreckte Element und das genannte äußere Rohr aus Metall hergestellt werden,

- 7 -

welches als Anode wirkt und das genannte innere Rohr aus einem Metall hergestellt werden, welches als Kathode wirkt, oder es kann das zentral angeordnete langgestreckte Element und das genannte äußere Rohr aus einem Metall hergestellt werden, welches als Kathode wirkt, und das genannte innere Rohr kann aus einem Metall hergestellt werden, welches als Anode wirkt.

Es ist zweckmäßig, wenn das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element eine massive Stange ist.

Es kann aber auch vorteilhaft sein, wenn das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element als innerstes Rohr ausgeführt ist.

Die Spannung, welche durch die Spannungsquelle zugeführt wird, wird variiert, was zur Bedingung hat, daß die Polarität über den Klemmen der genannten Spannungsquelle reversibel ist.

In weiterer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann der Schlamm, welcher aus der genannten wäßrigen Lösung gebildet wird, zurückgeführt (Recycling) werden.

Dabei ist es zweckmäßig, daß Keime für die Kernbildung in die genannte wäßrige Lösung in Form des zurückgeführten Schlammes eingebracht werden.

Der reaktive Bereich des genannten langgestreckten Elementes sowie des inneren und äußeren Rohres können vergrößert werden.

Es ist beim erfindungsgemäßen Verfahren auch möglich, daß wenigstens eine Substanz zu der wäßrigen Lösung hinzugegeben ist, um die Konzentration der Metallionen zu vergrößern und dadurch die Entfernung der Verunreinigungen aus der genannten wäßrigen Lösung zu verbessern.

Das genannte zentral angeordnete langgestreckte Element kann als eine behandelte massive Stange oder als ein behandeltes innerstes Rohr ausgeführt werden. Darüber hinaus kann auch das innere Rohr behandelt werden.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung des Verfahrens kann wenigstens eine Substanz zu der genannten wäßrigen Lösung hinzugegeben werden, um die Beschaffenheit des Schlammes oder der Ausfällungen, welche gebildet werden, zu verändern. Darüber hinaus kann auch wenigstens eine Substanz zu der genannten wäßrigen Lösung hinzugegeben werden, um die Entfernung der Verunreinigungen aus den genannten Flüssigkeiten zu verbessern, und/oder es kann wenigstens eine Substanz zu der genannten wäßrigen Lösung hinzugegeben werden, um ungefährliche Schlämme oder Ausfällungen zu bilden.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll in der folgenden, mehr im einzelnen ausgeführten Beschreibung der bevorzugten Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine Querschnittsdarstellung des verbesserten Systems für die elektrolytische Behandlung von Flüssigkeiten in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung, welches eine zentrale massive Stange aufweist;

Fig. 2: eine Querschnittsdarstellung entlang der Linie 2-2 in der Fig. 1, welche die Art zeigt, in welcher die Stangen und Rohre angeordnet sind, um die zugehörige wäßrige Lösung hindurchströmen zu lassen und zu behandeln;

Fig. 3: eine andere Ausführungsvariante des verbesserten Systems für die elektrolytische Behandlung von Flüssigkeiten, dargestellt in einer Querschnittsdarstellung, welches ein zentrales Rohr aufweist;

Fig. 4: noch eine andere Ausführungsvariante des verbesserten Systems für die elektrolytische Behandlung von Flüssigkeiten, dargestellt in einer Querschnittsdarstellung, welches ein zentrales Rohr aufweist, das eine Vielzahl von Öffnungen enthält, die durch dieses hindurchgehen;

Fig. 5: noch eine weitere Ausführungsvariante des verbesserten Systems für die elektrolytische Behandlung von Flüssigkeiten, wobei die Art dargestellt wird, in welcher die Abstandhalter und Polwechselschalter an verschiedenen Stellen der Vielzahl von Rohren angebracht sind.

Zuerst wird die Aufmerksamkeit auf die Fig. 1 gerichtet, welche ein verbessertes System für die elektrolytische Behandlung von Flüssigkeiten zeigt, welches im allgemeinen mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnet ist. Wie in der Fig. 1 veranschaulicht ist, weist eine zentral angeordnete Stange 3 wenigstens ein Ende 5 auf, welches durch ein Befestigungselement 7 gehalten wird, das Befestigungselement 7 weist einen hervorstehenden Teil 9 auf, welcher einen Teil eines Einlaßteils 11 bildet. Um die Stange 3 ist ein innerer wendelförmiger Isolator oder Abstandhalter 15 herumgewickelt, welcher in seinem Querschnitt vorzugsweise zylindrisch ausgeführt ist oder als geschlossenes Rohr ausgeführt ist, derart, daß er zusammendrückbar ist und in der Lage ist, eine gute Abdichtung zwischen den Elektrodenoberflächen zu bewirken, gegen welche er gedrückt wird. Ein inneres metallisches Rohr 17 umschließt die Stange 3 und den Isolator oder Abstandhalter 15, wie es veranschaulicht ist. Ein äußerer wendelförmiger

- 10 -

Isolator oder Abstandhalter 19 ist um das innere Rohr 17 herumgewickelt.

Ein äußeres metallisches Rohr 23 umhüllt den äußeren wendelförmigen Isolator oder Abstandhalter 19. Beide Enden des äußeren Rohres 23 weisen äußere Gewinde 25; 26 auf, welche mit dem inneren Gewinde 28 einer Endkappe 30 und dem inneren Gewinde 32 zusammenwirken, welches für das Befestigungselement vorgesehen ist.

Gleichermaßen ist das innere Rohr 17 an dem Befestigungselement 7 mit zusammenwirkenden Gewinden befestigt, wie es dargestellt ist. Über dem äußeren Rohr 23 ist ein Gehäuserohr (nicht dargestellt) angeordnet, welches vorzugsweise aus Plastmaterial hergestellt ist.

Die zentrale Stange 3 ist vorzugsweise aus einem Metall hergestellt, welches als Anode wirkt, wie Aluminium oder dergleichen. Das innere Rohr 17 ist vorzugsweise aus einem Metall hergestellt, welches als Kathode wirkt, während das äußere Rohr 23 vorzugsweise aus einem Metall hergestellt ist, welches wie eine Anode wirkt. Es sollte jedoch klar sein, daß die Metalle, welche für die Stange 3 und die Rohre 17;23 Verwendung finden können, nicht auf die im vorangegangenen beschriebenen Materialien begrenzt sind. Die Stange 3 und die Rohre 17 und 23 können aus verschiedenen Metallen oder Zusammensetzungen von Materialien konstruiert sein. Gleichermaßen können die zentrale Stange 3 und das äußere Rohr 23 wie eine Kathode wirken, während das innere Rohr 17 als Anode wirken kann. Alternativ dazu kann die zentrale Stange die Kathode bilden, während das innere und das äußere Rohr 17 und 23 die Anode formen können. Ebenso kann die zentrale Stange die Anode bilden, während das innere Rohr 17

und das äußere Rohr 23 die Kathode bilden können. Eine andere Anwendung besteht darin, die zentrale Stange 3 und das innere Rohr 17 als Anode zusammenzufassen und das äußere Rohr 23 als Kathode zu verwenden. Ebenso können die zentrale Stange 3 und das innere Rohr 17 als Kathoden zusammengefaßt werden und das äußere Rohr 23 die Anode bilden.

Von einer Gleichspannungsquelle 35 wird eine Gleichspannung über die zentrale Stange 3 und die Rohre 17 und 23 angelegt. Zum Beispiel kann die positive Klemme der Gleichspannungsquelle 35 mit der zentralen Stange 3 und dem äußeren Rohr 23 verbunden werden, wenn diese als Anode wirken, was mit Hilfe von Stiften geschehen kann (nicht dargestellt), welche durch das Befestigungselement 7 montiert werden. Ein Reihenwiderstand (nicht dargestellt) kann dazu Verwendung finden, verschiedene Spannungen über die Stange 3 und die Rohre 17 und 23 auszulegen, wenn die Spannung von der gleichen Spannungsquelle zugeführt wird. Darüber hinaus können die Isolatoren oder Abstandhalter 15 und 19 verschiedene Spannungswerte zwischen den Rohrsektionen aufweisen, wenn verschiedene Längen bei den Metallrohren oder der Stange Verwendung finden, derart, daß erreicht wird, daß verschiedene Spannungen über verschiedene Sektionen entlang der Stange 3 und der Rohre 17 und 23 angewendet werden.

Bei der Verwendung des Systems tritt die wäßrige Lösung in den Einlaßteil 11 ein. Die nicht leitfähigen Isolatoren oder Abstandhalter 15 und 19, welche um die zentrale Stange 3 beziehungsweise um das innere Rohr 17 herumgewickelt sind, lassen keinerlei Zwischenräume zwischen diesen und der Stange 3 und den Oberflächen der Rohre 17 und 23. Aus diesem Grund windet sich die wäßrige Lösung entlang der wendelförmigen Durchgangsöffnungen 40 und 42 (dargestellt in der Fig. 2), welche

- 12 -

durch die Isolatoren oder Abstandhalter 15 und 19 geschaffen werden und maximieren dabei den Kontakt der Flüssigkeit mit den metallischen Oberflächen der Stange 3 und der Rohre 17 und 23. Zum Herausströmen der Flüssigkeit ist eine Ausströmöffnung 36 vorgesehen. Die Feststoffe in der behandelten Lösung werden aus der Flüssigkeit mit Hilfe eines Filters herausgelöst oder dadurch, daß die Lösung für einen bestimmten Zeitraum in einem Absetztank oder einem Bassin 38 verbleibt. Die negativen und positiven Pole des Systems 1 können periodisch gewechselt werden, entweder mechanisch oder automatisch, derart, daß dieses die Reinigung des Kathodenteils bewirkt, wie das später beschrieben wird.

Das System 1, welches vorstehend beschrieben wurde, verbessert signifikant die Wirksamkeit des Elektrokoagulationsprozesses, da Gleichspannung bewirkt, daß sich die negativen und positiven Elemente aufeinander zubewegen. Darüber hinaus wird ein verstärkter Kontakt der Flüssigkeit mit den Metallen erreicht, wodurch weiterhin die Wirksamkeit des Behandlungsprozesses verbessert wird.

Darüber hinaus wird weiterhin eine feste, sich schnell absetzende Flockung mit geringem Volumen erzeugt. Außerdem wird eine geringere Aluminiumhydroxid-Flockung gebildet, wenn man mit dem herkömmlichen Zufügen von Aluminium zu Schmutzwasser vergleicht, weshalb weniger Flockensubstanz beseitigt werden muß.

Andere zweiwertige und dreiwertige Metallionen (zum Beispiel Nickel) werden in diesem Prozeß entfernt, da die positiven Ionen durch den elektrischen Strom in die negativen Hydroxidionen überführt werden. Die Bildung von Metallhydroxid-Schlamm (zum Beispiel Eisenhydroxid) ist insofern vorteilhaft, als Metall-

hydroxid-Schlamm oder -Ausfällung an sich nicht gefährlich ist. Aus diesem Grund ist die Endform des Schlamms oder der Ausfällung für eine Abfallagerung oder Speicherung geeignet.

Zusätzlich zu der Bildung von Metallhydroxid-Schlamm wurde bei dem Elektrokoagulationssystem der vorliegenden Erfindung beobachtet, daß Metalloxide und komplexe Metalloxid-Schlämme und -Ausfällungen gebildet wurden. Die eben erwähnten Metalloxide sind in sauren Lösungen stabil. Aus diesem Grund ist die Bildung von Schlamm oder Ausfällung in der Form von Metalloxiden oder komplexen Metalloxiden ebenfalls vorteilhaft, insofern, als sie sicher gelagert oder gespeichert werden können. Oxide dieser Art können zum Beispiel solche von Eisen, Nickel, Aluminium, Chrom oder dergleichen sein.

Es wurde beobachtet, daß zum Beispiel eine Lösung, welche zu 11,2 mg/L Nickel enthielt, behandelt wurde, indem eine Eisenanode und -Kathode mit 20 Ampere und 23 Volt Verwendung fanden. Die Lösung (supernatant) wies eine Nickelkonzentration von 1,47 mg/L auf.

Der gebildete Schlamm oder die Ausfällung nach der Behandlung enthielt ein Eisen-Nickel-Oxid, welches 3,1 % Nickel auf der Grundlage des Trockengewichts enthielt.

Zu der Lösung wurde eine Komplexierungs-Agens hinzugefügt, bevor sie einem Elektrokoagulationsprozeß unterzogen wurde. Es wurde jedoch beobachtet, daß die Komplexierungs-Agens ohne Elektrokoagulation den Nickelpegel lediglich auf 3,8 mg/L senkte. Es wurde weiterhin beobachtet, daß die Lösungen, welche einem Elektrokoagulationsvorgang unterzogen wurden, ohne daß eine Komplexierungs-Agens Verwendung fand, einen Nickelpegel von 1,45 mg/L aufwiesen.

- 14 -

Organische Verbindungen können an der Anode direkt zerstört werden. Wenn in der wäßrigen Lösung Sauerstoff vorhanden ist, zum Beispiel Ozon, welcher an der Anode gebildet wird, dann kann dieser mit den organischen Verbindungen in der Lösung reagieren und diese zerstören. An der Kathode können sich Wasserstoffblasen bilden, welche die gebildeten Abfallflocken an die Oberfläche der Lösung schwemmen, wo sie abgeschöpft werden können.

Wie im Vorangegangenen beschrieben und in der Fig. 1 veranschaulicht wurde, ist das System 1 wirtschaftlich, da es nur ein Kathodenrohr benötigt und wenig Leistung für einen wirkungsvollen Betrieb benötigt. Zum Beispiel wurde bei den gegebenen folgenden strukturellen Parametern:

- Eine Eisenstange von ungefähr 6,35 mm Durchmesser
- ein ungefähr 3,5 mm dickes inneres Eisenrohr mit einem ungefähren inneren Durchmesser von 19,05 mm
- einem äußeren Aluminiumrohr mit einem inneren Durchmesser von ungefähr 38,10 mm

die Leitfähigkeit der wäßrigen Lösung oder des Schmutzwassers mit 500 Mikrohm und Zentimeter gefunden, und der Behandlungsprozeß erforderte eine Leistung von 120 Watt. Darüber hinaus entfernte der Behandlungsprozeß 8,30 Mikrohm der Leitfähigkeit pro Watt Leistung. Wenn die zentrale Stange entfernt wurde, wurden 5,50 Mikrohm pro Zentimeter der Leistung pro Watt entfernt, und die Leitfähigkeit wurde auf lediglich 1000 Mikrohm pro Zentimeter abgesenkt.

Wenn die gleiche Lösung behandelt wurde, nachdem die zentrale Stange entfernt wurde, und dann noch einmal bei entfernter zen-

traler Stange behandelt wurde, und wenn das äußere Rohr ersetzt wurde durch ein Rohr mit einem inneren Durchmesser von ungefähr 38,10 mm, hatte die Lösung, welche zweifach behandelt wurde, eine Leitfähigkeit von 600 Mikrohm pro Zentimeter, und es wurden 4,70 Mikrohm der Leitfähigkeit pro Watt zugeführter Leistung entfernt. Somit entfernt das im vorangegangenen beschriebene System entsprechend der Fig. 1 sowohl mehr Salz aus dem Wasser wie in den Werten der Leitfähigkeit gemessen wurde, als es auch lediglich ungefähr 40 % Energie pro Wert des Salzes erforderte, welches entfernt wurde.

Darüber hinaus können auch elektrische Felder mit wechselnden Richtungen auf die Lösung zur Anwendung gebracht werden, was eine stark verbesserte Wirksamkeit zur Folge hat. Die Wirksamkeit kann zum Beispiel vergrößert werden, wenn die Anoden und Kathoden umgepolt werden, das heißt, daß die zentrale Stange 3 und das äußere Rohr 23 als Kathoden wirken, während das innere Rohr 17 als Anode dient.

Wie in der Fig. 3 veranschaulicht wird, kann die wäßrige Lösung zu Beginn der Kathode ausgesetzt werden, indem die zentrale Stange 3 entsprechend der Fig. 1 und 2 gegen ein innerstes Rohr 45 ausgetauscht wird, welches ein Material aufweist, das als Kathode wirkt.

Das äußere Rohr 48 wirkt gleichermaßen als Kathode, während das innere Rohr 50 als Anode wirkt. Es können auch andere Kombinationen vorgesehen werden, wie die, daß das innerste Rohr 45 als Kathode wirkt, während das äußere Rohr 48 und das innere Rohr 50 als Anoden wirken. Ebenso kann das innerste Rohr 45 die Anode bilden, während das innere und das äußere Rohr 50 und 48 die Kathode sein können. Eine andere Anordnung besteht darin, das innerste Rohr 45 und das innere Rohr 50 als Anoden

zusammenzufassen und das äußere Rohr 48 als Kathode zu verwenden. Weiterhin können das innerste Rohr 45 und das innere Rohr 50 als Kathoden zusammengefaßt werden, wobei das äußere Rohr 48 als Anode verwendet wird.

In der Fig. 3 tritt die wäßrige Lösung in das innerste Rohr 45 ein und fließt durch einen inneren wendelförmigen Isolator oder Abstandhalter 52, wie es im Vorangegangenen unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschrieben wurde, welcher im Innern des inneren Rohres 50 angeordnet ist.

Die Lösung strömt dann durch einen äußeren wendelförmigen Isolator oder Abstandhalter 54 im Inneren des äußeren Rohres und tritt durch den Auslaßteil 57 aus.

Eine Metallstange (nicht dargestellt) kann in das Innere des innersten Rohres 45 eingeführt werden, derart, daß das System, welches in der Fig. 3 dargestellt ist, wenigstens drei Metallrohre 45; 48; 50 und eine Metallstange enthält. Es sind auch andere Anordnungen möglich, einschließlich einer solchen, welche vier Metallrohre enthält, vier Metallrohre und eine Metallstange, fünf Metallrohre, fünf Metallrohre und eine Metallstange oder dergleichen. Wie unter Bezugnahme auf die Fig. 1 beschrieben wurde, können alle Ausführungsvarianten des Systems, welches in den Fig. veranschaulicht wurde, gleichermaßen verschiedene Kombinationen von Anordnungen für die Anoden und Kathoden aufweisen, ebenso, wie verschiedene Metalle oder Zusammensetzungen von Metallen. Die verschiedenen Stangen und Rohre können auch in Größen und Längen variieren.

Entsprechend der Fig. 4 kann das innerste Rohr 56 eine Vielzahl von Öffnungen 58 aufweisen, welche durch es hindurchgehen, mit

- 17 -

dem Ziel, zu ermöglichen, daß die Mengen der Lösung variiert werden, welche in das innere Rohr 60 fließen, wodurch die Elektrokoagulationsbehandlung einiger Lösungen verbessert wird, insbesondere dann, wenn sie aufeinanderfolgend elektrischen Feldern mit unterschiedlichen Richtungen ausgesetzt werden.

Wie es in der Fig. 5 veranschaulicht wird, können die Abstandhalter an der zentralen Stange 3 befestigt werden und an den inneren und äußeren Rohren 17 und 23. Die Abstandhalter 70 können zum Beispiel in der Form von Ringen oder Rohren ausgeführt werden, welche Enden mit Innen- oder Außengewinden zur Befestigung an mit Außen- oder Innengewinden versehenen Endteilen (nicht dargestellt) der zentralen Stange und der inneren und äußeren Rohre 17 und 23 aufweisen. Die Abstandhalter können zum Beispiel aus PVC hergestellt sein, oder aus einem halbleitenden Material oder dergleichen. Die Abstandhalter, welche verschiedene Widerstände aufweisen, finden dazu Verwendung, die Spannungen zu variieren, welche an verschiedenen Sektionen der zentralen Stange 3 und des inneren und des äußeren Rohres 17 und 23 angelegt werden, wenn das System in Gebrauch ist.

Wie darüber hinaus in der Fig. 5 dargestellt ist, sind alternativ Polumschalter 71 und 72 in die Leitungen eingeschaltet, welche zu den Klemmen der Gleichspannungsquelle 35 führen. Die Polumschalter 71 und 72 werden mit dem Ziel eingesetzt, die Kathode zu reinigen, indem die negativen und positiven Pole des Systems 1 periodisch gewechselt werden.

Das im vorangegangenen beschriebene elektrolytische System kann verbessert werden, indem Materialien zu der Lösung, die behandelt werden soll, hinzugefügt werden. Derartige Materialien können Säuren, Basen, Polymere, Flugaschen, Torfmoos, Ozon,

Kaliumpermanganat, Alaun, Eisenchlorid, Eisenhydroxid, Kalziumchlorid, Kieselerde, Magnesiumsalze, Eisenoxide, Aluminium, Luft, Sauerstoff, oder dergleichen sein.

Es wurde beobachtet, daß das Hinzufügen von bestimmten Materialien zu einer Lösung, bevor diese einer Elektrokoagulationsbehandlung unterzogen wird, das Entfernen von Verunreinigungen aus der Lösung verbessert. Im wesentlichen können die hinzugefügten Materialien die Beschaffenheit des Schlammes oder der Ausfällung, welche durch den Elektrokoagulationsprozeß gebildet werden, verändern.

Darüber hinaus können die hinzugefügten Materialien die Beschaffenheit der Wechselwirkungen zwischen den Verunreinigungen verändern und die Mechanismen, durch welche die Verunreinigungen entfernt werden.

In einigen beispielsweise Fällen kann der Schlamm, welcher durch den Elektrokoagulationsprozeß gebildet wird, angesäuert werden (zum Beispiel durch das Hinzufügen von Salzsäure oder dergleichen in die Flüssigkeit oder die wäßrige Lösung), wodurch es ermöglicht wird, daß der Schlamm Metallionen freigibt, welche in die Flüssigkeit oder die wäßrige Lösung eingeführt werden. Die Einführung von Metallionen durch den Schlamm ersetzt wirkungsvoll die Metallionen aus dem Anodenteil. Aus diesem Grund kann das System mit einem geringeren Strom oder niedrigerer Spannung betrieben werden, wobei es ermöglicht wird, daß der Anodenteil eine verlängerte Lebensdauer erhält. Die Metallionen können auch wesentlich Verunreinigungen aus der Flüssigkeit oder der wäßrigen Lösung beseitigen, welche behandelt wird.

Wenn der Schlamm durch das System zurückgeführt (Recycling) wird, wirkt der Schlamm allgemein als "Saat", um neuen oder

dichteren Schlamm zu bilden, was durch den Prozeß der Kernbildung geschieht. Aus diesem Grund verbessern die Metallionen, welche darüber hinaus bei diesem Prozeß erzeugt werden, die Wirksamkeit des Systems bezüglich seiner Entfernung von Verunreinigungen aus der Flüssigkeit oder der wäßrigen Lösung, welche behandelt wird. Zusammengefaßt gesagt, wirkt der hinzugefügte Schlamm als Aufbauplatz für die Kernbildung beim Prozeß der Kernbildung.

Materialien (solche wie Kohlenstoff oder dergleichen) können innerhalb der ringförmigen Zwischenräume (zum Beispiel der hohlen Teile der Rohre) vorgesehen werden, mit dem Ziel, den Reaktionsbereich zu vergrößern und damit die Wirksamkeit des Systems. Das Material, welches Verwendung findet, kann zum Beispiel aus Kohlenstoffchips oder -Kugeln bestehen.

Mit dem Ziel, die Leistungszuführung von der Gleichspannungsquelle durch die Rohre zu verringern und die Lebensdauer der verschiedenen Rohre zu verlängern, können die Rohre beschichtet, besprüht, gestrichen, getaucht oder mit einem Behandlungsmaterial umwickelt sein. Die behandelten Rohre können dann die Partikel daran hindern, in die Richtung zu dem behandelten Rohr zu wandern, welches entweder als Anode oder Kathode wirkt, so daß die Partikel in der Lösung verbleiben und gleichermaßen den Fluß von Partikeln entsprechend einem unbehandelten Rohr induzieren (welches entweder als Kathode beziehungsweise als Anode wirkt).

Das Behandlungsmaterial kann Epoxid sein oder Polymethanspray, Latex-Tauchflüssigkeit oder irgendein Material, welches dünn genug ist, zu ermöglichen, daß die Stromdichte hindurchgeht.

Weil das Behandlungsmaterial dazu tendiert, die Rohre zu isolieren, sinkt die Stromstärke pro Volt, welche durch die Flüssigkeit geschickt wird, da die Partikel, welche von den behandelten Rohren ausströmen, weniger werden. Aus diesem Grund kann ein Betreiber eine höhere Spannung anlegen und einen geringeren Stromfluß durch die Flüssigkeit schicken.

In einem unbehandelten Rohr, bei den Umgebungsbedingungen einer niedrigen Spannung und einer hohen Stromstärke, erfolgt die Ausflockung, bedingt durch die Quantität der Metallionen, trotz des geringeren Wertes der Ionengeschwindigkeit. Unter dem Einfluß eines angewendeten elektrischen Feldes tendieren die Ionen dazu, in eine Richtung entgegengesetzt zu der des elektrischen Feldes beschleunigt zu werden. Aus diesem Grunde resultiert die Steigerung der Spannung oder die Verstärkung des elektrischen Feldes in einem Nettoeffekt von mehr Kollisionen in der Flüssigkeit zwischen verunreinigten Partikeln, Metallionen und OH- oder Hydroxyl-Ionen, welche unter bestimmten Umständen eine bessere Ausflockung ergeben.

Bei einer Zweiröhren-Konfiguration, welche ein behandeltes inneres Kathodenrohr (das heißt, daß die äußere Oberfläche des inneren Kathodenrohres behandelt wurde) aufwies, werden folgende Ergebnisse beobachtet:

Rohrtyp	Spannung	Strömstärke	Leistung
regulär	50 Volt	28 Ampere	1400 Watt
behandelt	150 Volt	3 Ampere	450 Watt

Aus diesem Grund kann ein behandeltes Rohr einen signifikanten Vorteil bei einem leitfähigen fließenden Material ergeben, da durch die Verringerung der Stromstärke der Leistungsverbrauch

- 21 -

gesenkt wird, und dadurch die Lebensdauer der Rohre signifikant verlängert wird.

Es wurde darüber hinaus beobachtet, daß bei einem behandelten "negativen" oder einem Kathodenrohr sich zwischen dem Rohr und dem Behandlungsmaterial Wasserstoffgas bildet. Es wurden jedoch bei einem behandelten "positiven" oder Anodenrohr signifikante Verbesserungen bezüglich der Verschlechterungsrate des Rohres beobachtet.

Obwohl die Erfindung in Einzelheiten gezeigt und beschrieben wurde, unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsvarianten derselben, ist es für Fachleute auf dem in Frage kommenden Gebiet der Technik zu verstehen, daß Veränderungen in Formen und Einzelheiten durchgeführt werden können, ohne daß der Geist und der Schutzzumfang der Erfindung verlassen werden.

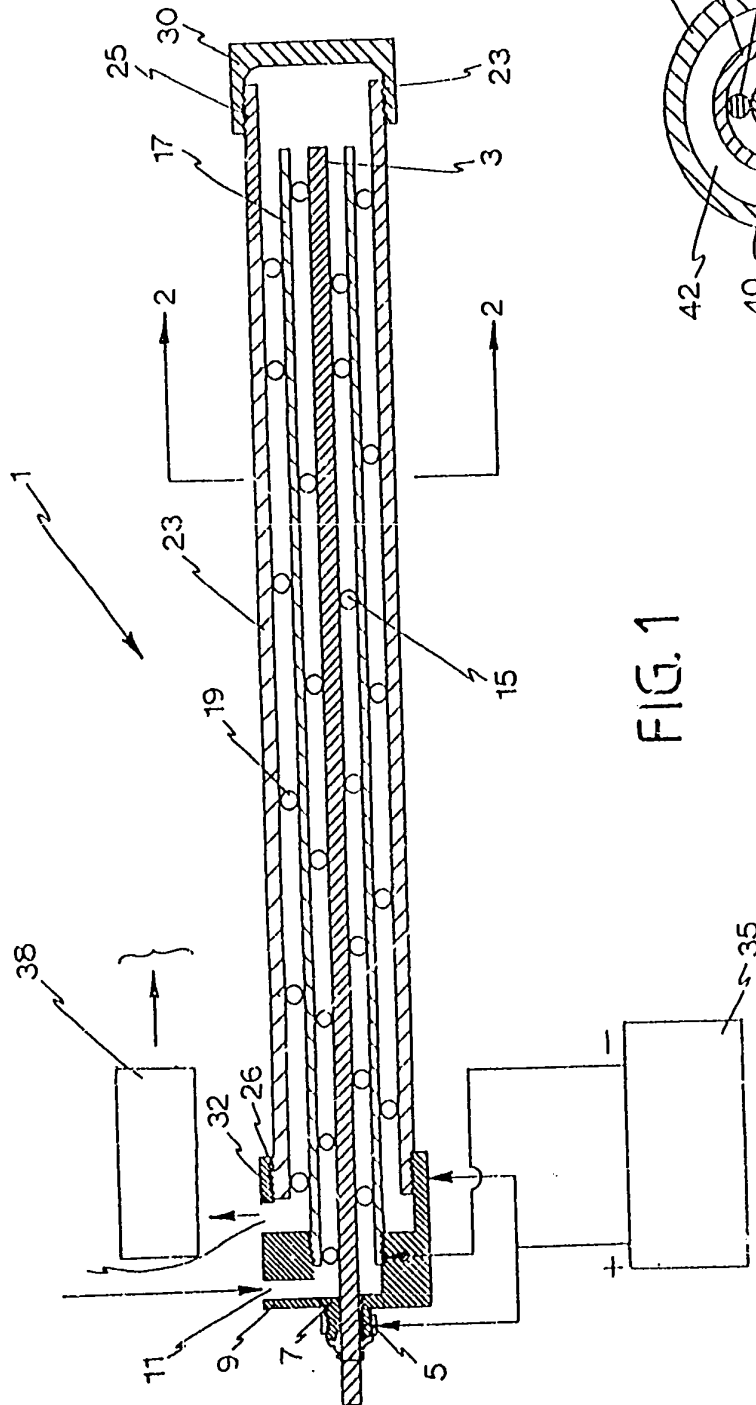


FIG. 1

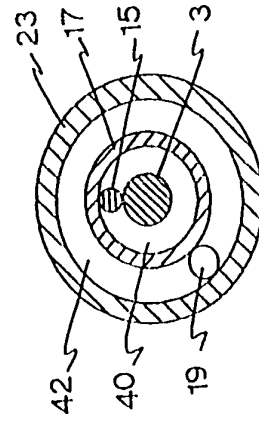


FIG. 2

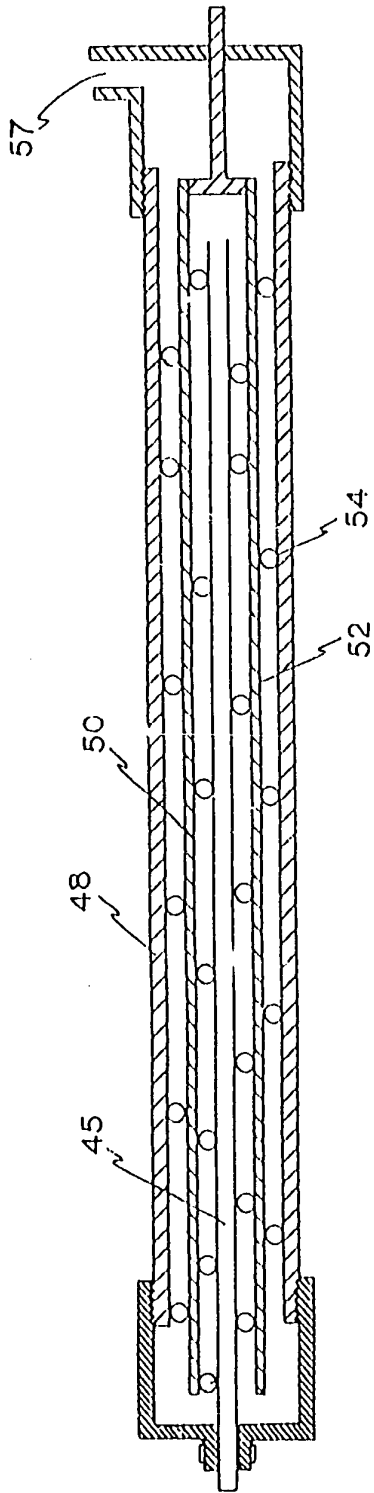


FIG. 3

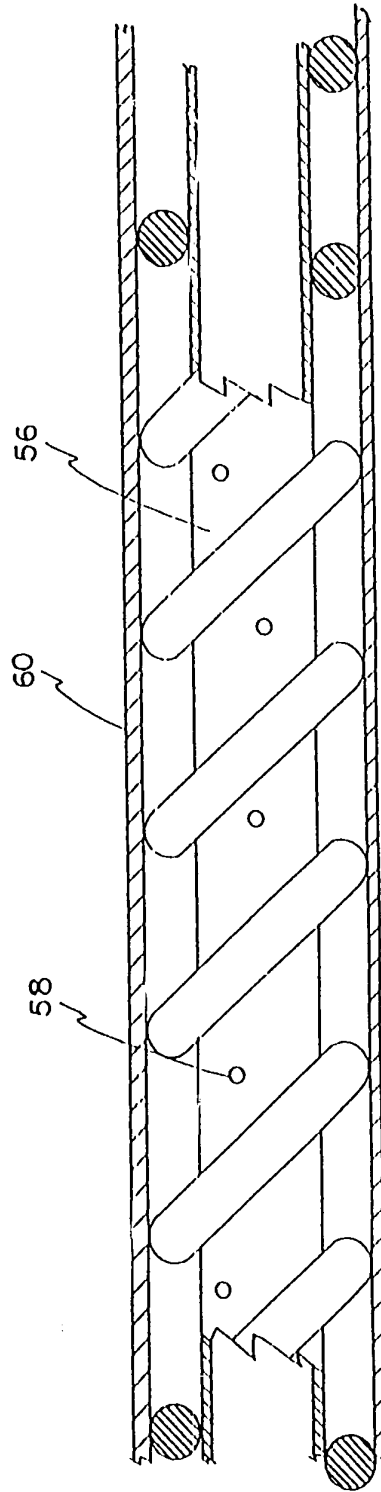


FIG. 4

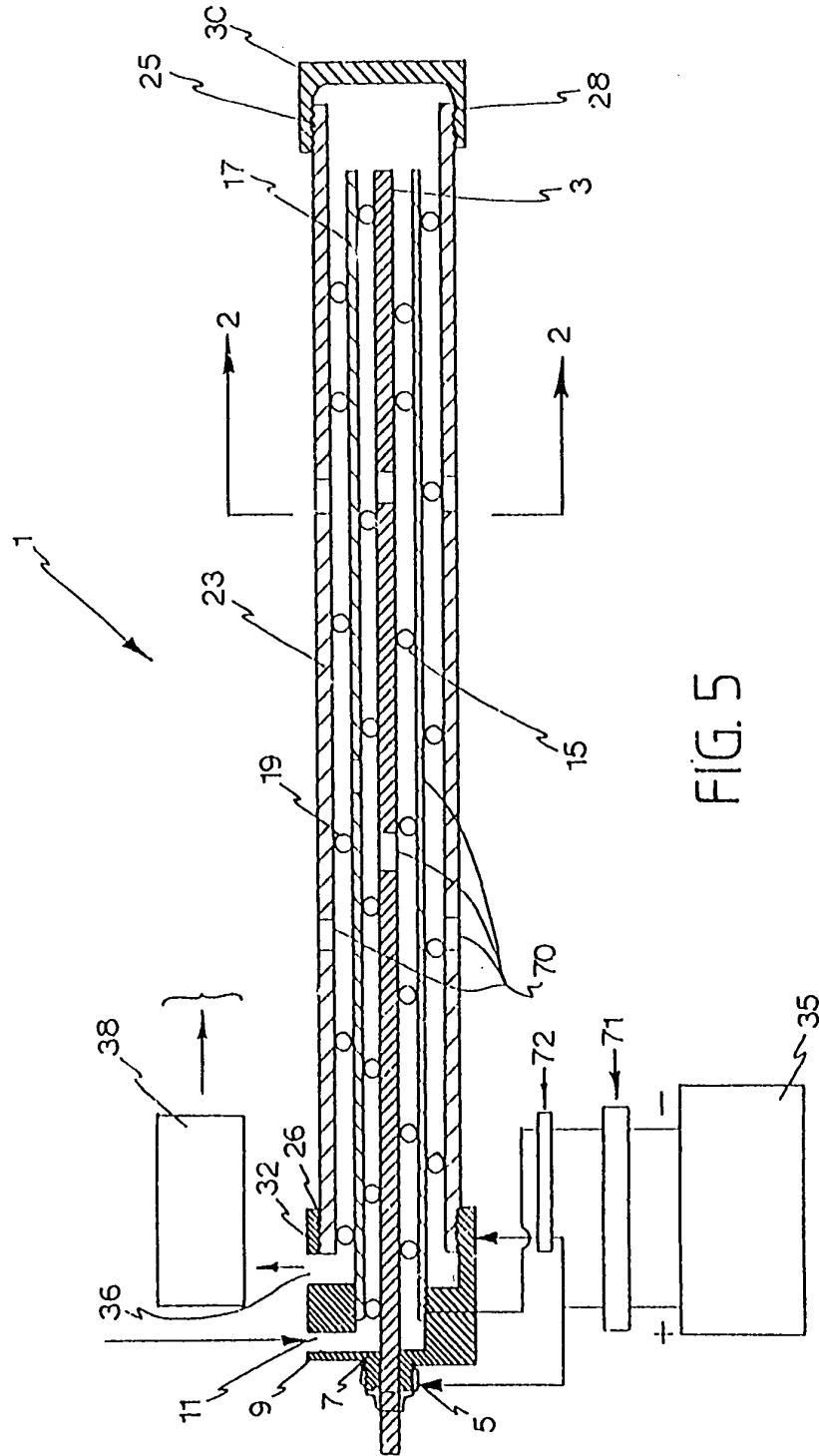


FIG. 5