(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 20 316 T2** 2005.10.06

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 952 117 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 20 316.3**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 107 188.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **13.04.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **27.10.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **22.09.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.10.2005**

(51) Int Cl.[7]: **C02F 1/46**
C02F 5/00

(30) Unionspriorität:
11502298 **24.04.1998** **JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, FR, GB, IT, LI

(73) Patentinhaber:
Hayakawa, Hideo, Ibaraki, JP

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

(74) Vertreter:
Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur elektrochemischen Wasserbehandlung und dazugehörige Vorrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Behandlung von Wasser in einem See, Sumpf oder Fluss sowie von industriellen Abwässern, Prozesswasser, Trinkwasser oder entionisiertem Wasser durch Zugabe elektrischer Energie und eine dazugehörige Vorrichtung.

[0002] Ein derartiges Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung zur Wasserbehandlung ist in den Patentschriften US 5 435 894 und 5 376 242, für welche der Erfinder der vorliegenden Anmeldung genannt ist, beschrieben. Nach dem in diesen Patentschriften offenbarten Verfahren wird die Wasserqualität durch Anlegen eines in das Wasser eingetauchten Anwendungselektrodenpaars mit einer Hochfrequenz-Wechselspannung zur Reduzierung seines Oxidations-Reduktions-Potenzials (ORP) und damit zur Beschleunigung der Kohäsionsfällung oder Flotation von Wasserverschmutzung verursachenden organischen Stoffen verbessert.

[0003] Ein derartiges Verfahren und die diesbezügliche Vorrichtung sind jedoch mit dem Nachteil behaftet, dass sich auf der Oberfläche der Anwendungs- und Erdelektroden innerhalb relativ kurzer Zeit Ablagerungen bilden, die einen Rückgang des Stromwertes zwischen den Elektroden verursachen, so dass der Behandlungswirkungsgrad beeinträchtigt wird.

[0004] Damit besteht eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung in der Bereitstellung eines Verfahrens für eine langzeitig stabile Wasserbehandlung zur Verbesserung der Wasserqualität.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Wasserbehandlungsverfahren gelöst, bei dem ein Beaufschlagungs- bzw. Anwendungselektrodenpaar in das Wasser eingesetzt, eine Erdelektrode nahe den Anwendungselektroden angeordnet und zur Verringerung des Oxidations-Reduktions-Potentials (ORP) des Wassers eine Wechselspannung an die Anwendungselektroden angelegt wird, wobei die Frequenz der an die Elektroden angelegten Wechselspannung so gesteuert wird, dass eine sich zufällig verändernde Frequenz mit darin enthaltenen akut und momentan schwankenden Anteilen erzeugt wird.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren finden langzeitig keinerlei Ablagerungen auf die Oberfläche der Anwendungselektroden statt, so dass eine stabile Wasserbehandlung mit gutem Wirkungsgrad und ohne störenden Wartungsaufwand möglich ist.

[0007] Es können zwei Erdelektroden angeordnet werden, so dass eine der Elektroden geerdet und gleichzeitig die andere an die Plus-Seite gelegt ist und umgekehrt sowie bei relativ geringer Periodizität eine Kohäsion von Fremdstoffen auf der Oberfläche der Erdelektroden verhindert und damit eine stabilere Wasserbehandlung sichergestellt werden kann.

[0008] Die Menge gelösten Sauerstoffs und der ORP-Wert des unter Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens behandelten Wassers sind sehr niedrig. Deshalb fällt bei der Behandlung von entionisiertem Wasser nach diesem Verfahren ein als Kühlmittel für Kernreaktoren geeignetes Wasser an, mit dem eine Rostbildung in Rohrleitungen verhindert wird.

[0009] Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens. Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe lösbar mit einer Vorrichtung mit einem Paar Beaufschlagungs- bzw. Anwendungselektroden, einer nahe den Anwendungselektroden angeordneten Erdelektrode bzw. Erdungselektrode, einer Gleichspannungsquelle, ersten und zweiten Hochfrequenzschaltern, die über einen variablen Widerstand bzw. Stellwiderstand mit der Gleichspannungsquelle verbunden sind, einem über einen Widerstand mit den Hochfrequenzschaltern verbundenen Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis einer Flipflop-Schaltung, einem mit dem Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis verbundenen ersten Hochfrequenz-Schwingkreis, einer mit dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis verbundenen Steuerschaltung mit einem Zufallspannungssignalgene-rator, um über den ersten Hochfrequenz-Schwingkreis ein in seiner Frequenz zufällig schwankendes Signal bereitzustellen, und einer zwischen den ersten und einen zweiten Hochfrequenz-Schwingkreis gelegte Flipflop-Schaltung zum Hinzufügen von akut und momentan schwankenden Anteilen in dem sich zufällig frequenzverändernden Signal aus dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis, wodurch der Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis ein Schaltsignal aus dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis an den ersten und zweiten Hochfrequenzschalter gibt, um die Gleichspannung aus der Gleichspannungsquelle in eine Hochfrequenz-Wechselspannung umzuformen, die zur Verringerung des Oxidations-Reduktions-Potenzials (ORP) des zu behandelnden Wassers den Anwendungselektroden zugeführt wird.

[0010] Bei der Behandlung von Wasser in einem See, Sumpf oder Fluss oder von Industrieabwässern, Pro-

zesswasser, Trinkwasser oder entionisiertem Wasser mittels einer derartigen Vorrichtung wird das Anwendungselektrodenpaar zum Anlegen von Wechselspannung im Wasser angeordnet, wodurch die Menge gelösten Sauerstoffs sowie das Oxidations-Reduktions-Potenzial des Wassers innerhalb kurzer Zeit reduziert und im Wasser enthaltene organische Stoffe zersetzt sowie nahezu vollständig vergast werden, wobei ein Teil hiervon kohäriert und ausgefällt und damit das Wasser gereinigt bzw. in seiner Qualität verbessert wird, da nahezu keine Ablagerungen auf den Oberflächen der Anwendungselektroden gebildet werden und infolgedessen die Behandlungskapazität der Vorrichtung selbst bei längeren Behandlungszeiten keine Beeinträchtigung erfährt.

[0011] Die Anwendungselektrode ist hergestellt aus einem Metall mit höherem elektrolytischen Potenzial bzw. Eigenschaft wie Zink, Magnesiumlegierung, Kupfer, Eisen oder nichtrostendem Stahl, aus Metalloxiden wie Lithiumoxid oder einem beständigen Metall, das im wesentlichen keinerlei elektrolytische Eigenschaft aufweist, wie Titan, Platin oder dergleichen.

[0012] Es zeigen:

[0013] Fig. 1 ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform einer Vorrichtung zur Wasserbehandlung nach einem erfindungsgemäßen Verfahren:

[0014] Fig. 2 ein Diagramm, aus dem die Frequenzschwankungen in der Vorrichtung ersichtlich sind; und

[0015] Fig. 3 ein weiteres Schaltbild einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

[0016] Es folgt eine detailliertere Beschreibung eines erfindungsgemäßen Verfahrens und einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Bezug auf die Zeichnungen sowie anhand eines Versuchsbeispiels.

[0017] Fig. 1 ist ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer Erdelektrode bzw. Erdungselektrode **1** und einem nahe der Erdelektrode angeordneten Anwendungselektrodenpaar **2A** und **28**, wobei die Elektroden in das zu behandelnde Wasser eingetaucht sind. Bei dieser Ausführungsform sind eine Platte aus nichtrostendem Stahl als Erdelektrode **1** bzw. Zinkplatten als Anwendungselektroden **2A** und **2B** gewählt, wobei jedoch je nach der Qualität des zu behandelnden Wassers, dem Verwendungszweck des behandelten Wassers und verschiedenen sonstigen Faktoren auch andere Materialien wie Lithiumoxid, Magnesiumlegierung, Kupfer, Titan, Eisen, Platin, platinbeschichtetes Metall oder dergleichen einsetzbar sind.

[0018] Zwischen den Anwendungselektroden **2A** und **2B** und einer Gleichspannungsquelle **3** sind ein erster und ein zweiter Hochfrequenzschalter **5A** und **5B** über einen variablen Widerstand bzw. Stellwiderstand **4** eingeschaltet, um Gleichspannung von der Gleichspannungsquelle in Wechselspannung umzuwandeln, die an den Anwendungselektroden angelegt wird. Die ersten und zweiten Hochfrequenzschalter **5A** und **5B** weisen Transistoren **6A**, **7A** und **6B**, **7B** auf. Die Anwendungselektroden **2A** und **2B** sind über einen Kondensator **8** angeschlossen. Die Spannung aus der Gleichspannungsquelle ist als Antwort auf die Qualität des zu behandelnden Wassers im Bereich 10-50V durch den Stellwiderstand **4** justierbar.

[0019] An die ersten und zweiten Hochfrequenzschalter **5A** und **5B** ist ein Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis **10** einer Flipflop-Schaltung über Widerstände **9A** bzw. **9B** angeschlossen, der einen Hochfrequenz-Schaltbefehl an die Hochfrequenzschalter gibt. Ein erster Hochfrequenz-Schwingkreis **11** mit einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) und ein Impuls- bzw. Taktgenerator (PG) sind mit dem Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis **10** und einer Steuerschaltung **12** eines Zufallsspannungsgenerators (RND), der ein Signal zur Steuerung des spannungsgesteuerten Oszillators (VCO) im ersten Hochfrequenz-Schwingkreis **11** ausgibt, verbunden.

[0020] Der erste Hochfrequenz-Schwingkreis **11** ist mit variabler Frequenz vorgesehen, wobei seine Schwingfrequenz mit der Spannung des an seinem Anschluss von der Steuerschaltung **12** angelegten Steuersignals variiert. So kann beispielsweise die Schwingfrequenz ca. 3-5 KHz ober- und unterhalb einer vorgegebenen Mittenfrequenz von ca. 30 KHz schwanken.

[0021] Die Steuerschaltung **12** weist ein Schieberegister (SFR) **13** und einen Tor- bzw. Gatesignalgenerator (GT) auf. Das Schieberegister **13** weist **16** Stufen auf und kann aufgelaufene und registrierte Informationen über die Anschlüsse Q_0–Q_{15} Parallel lesen. Die Schiebeoperation des Schieberegisters wird von Schiebeimpulsen gesteuert, die aus einem zweiten Hochfrequenz-Schwingkreis **14** mit einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) und einem Impulsgenerator (PG) zugeführt werden.

[0022] Der Gatesignalgenerator GT ist eine Exklusiv-ODER-Schaltung zur Ausgabe eines binären ‚1'-Sig-

nals, wenn gleiche Signale an beiden Eingangsanschlüssen anfallen, bzw. eines binären ‚0'-Signals, wenn unterschiedliche Signale die beiden Eingangsanschlüsse erreichen und ist so als Koinzidenzdetektorschaltkreis betrieben. Einer der Eingangsanschlüsse des Gatesignalgenerators GT ist mit einer geradzahligen Stufe des Schieberegisters (SFR) **13**, beispielsweise mit dem Anschluss Q_6 der 6. Stufe, verbunden, der andere Eingangsanschluss dagegen mit einer ungeradzahligen Stufe des Schieberegister (SFR) **13**, beispielsweise dem Anschluss Q_9 der **9**. Stufe. Das Ausgangssignal vom Gatesignalgenerator (GT) wird über den Eingangsanschluss (D) der untersten Stufe Q_0 des Schieberegisters (SFR) zugeführt. Anschließend wird die entsprechende Information sequenziell in höhere Stufen verschoben, um als Zufallszahlinformation im Schieberegister (SFR) **13** gespeichert zu werden.

[0023] Teile der so abgespeicherten Zufallszahlinformation werden selektiv durch Widerstände 'r' erfasst und summiert. In dieser Ausführungsform sind die Anschlüsse Q_1, Q_3, Q_8 Q_{10} und Q_{12}–Q_{15} der 1., 3., 8., 10. und 12.-15. Stufen an eine gemeinsame Verbindungsstelle ‚A' gelegt. Diese gemeinsame Verbindungsstelle ‚A' ist mit dem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) des ersten Hochfrequenz-Schwingkreises **11** verbunden. Ändert sich das Muster der in jeder Stufe gespeicherten Zufallszahlinformation, so tritt ein unterschiedlicher Spannungswert an der Verbindungsstelle ‚A' auf und damit erfährt das Ausgangssignal aus dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis **11** eine Zufallsänderung seiner Frequenz.

[0024] Ein Eingangsanschluss des Hochfrequenz-Schwingkreises **11** ist ebenfalls mit einer Flipflop-Schaltung (FF) **15** verbunden, die durch Triggerimpulse aus dem Impulsgenerator (PG) im zweiten Hochfrequenz-Schwingkreis **14** jeweils zwischen zwei stabilen Zuständen hin- und herschaltet.

[0025] Der Impulsgenerator (PG) im zweiten Hochfrequenz-Schwingkreis **14** gibt einen kontinuierlichen Impuls bzw. Takt mit einer Mittenfrequenz von beispielsweise 5 Hz aus, wobei die Wiederholungsperiodizität dieses Pulses bzw. Taktes sich in Abhängigkeit von der Spannung des in den spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) im zweiten Hochfrequenzkreis **14** einzugebenden Signals ändert. Der Bereich der Frequenzschwankung ist mehrere Hz ober- und unterhalb der Mittenfrequenz. Die an der Verbindungsstelle A anstehende Spannung wird über einen Widerstand r_2 an den spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) gegeben, so dass die Puls-Wiederholungsperiodizität des spannungsgesteuerten Oszillators durch das Zufallsignal aufgrund des Schieberegisters (SFR) verändert wird, welches als Schiebeimpuls das Ausgangssignal des Impulsgenerators (PG) im zweiten Hochfrequenzkreis **14** benutzt.

[0026] Aus diesem Grunde ändert sich das an den Impulsgenerator (PG) im ersten Hochfrequenz-Schwingkreis **11** auszugebende Steuersignal durch die Steuerschaltung **12** zufällig in seiner Spannung und Frequenzschwankungs-Periodizität, so dass aufgrund einer jeden Schiebeoperation der Flipflop-Schaltung **15** eine akut und momentan frequenzverändernde Komponente (‚I' in Fig. 2) gebildet wird.

[0027] Erfindungsgemäß wird vom ersten Hochfrequenz-Schwingkreis **11** dasselbe Ausgangssignalmuster mit kurzem Intervall nicht gebildet, da das Signal zur hauptsächlichen Steuerung desselben unter Benutzung des in etwa halben Stufen des Schieberegisters (SFR) **13** in der Steuerschaltung **12** gespeicherten Zufallszahl-Informationsmusters gebildet wurde, wobei das Ergebnis der Koinzidenzerkennung aus jeder der Stufen für gerade und ungerade Zahlen als Eingangsinformation für das Schieberegister benutzt und ein Gefälle in den gewählten Stufen besteht sowie weiter das Signal aus der Flipflop-Schaltung (FF) 15 dem Signal aus der Steuerschaltung **12** hinzugefügt wird.

[0028] Wird ein Schalter der Gleichspannungsquelle **3** eingeschaltet wird, so erfolgt eine Betätigung der Steuerschaltung **12** und der Flipflop-Schaltung (FF) **15** wie erwähnt, um die Steuersignale dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis **11** zuzuführen, und der davon umfasste spannungsgesteuerte Oszillator (VCO) gibt das Ausgangssignal aus, dessen Frequenz einer Zufallsänderung unterworfen ist sowie akute und momentane Frequenzschwankungsanteile (‚I' in Fig. 2) aufweist. Das Ausgangssignal des ersten Hochfrequenz-Schwingkreises **11** wird dem Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis **10** zugeführt, der den Schaltbefehl alternativ an den ersten und zweiten Hochfrequenzschalter **5A** und **5B** gibt, damit eine Wechselspannung mit der in Fig. 2 ausgewiesenen Frequenzschwankung an das Anwendungselektrodenpaar **2A** und **2B** zur Behandlung des Wassers gegeben wird, in das die Anwendungselektroden und die Erdelektrode **1** eingetaucht sind.

[0029] Fig. 3 zeigt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ausführungsform, die sich von der in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch unterscheidet, dass zwei Erdelektroden **1A** und **1B** sowie ein Schaltkreis zur alternativen Erdung der Elektroden mit relativ niedriger Periodizität hinzugefügt sind. Jede der Erdelektroden **1A** und **1B** ist aus nichtrostendem Stahl, Titan oder titanplattiertem Blech hergestellt. Die Erdelektroden sind mit Schaltern **16A** bzw. **16B** mit einem Transistor verbunden, die ihrerseits über Wider-

stände **17A** bzw. **17B** mit einem an den Hochfrequenz-Schwingkreis **11** angeschlossenen Niederfrequenz-Schaltbefehlkreis **18** in Verbindung stehen, um ein Hochfrequenzsignal aus dem Hochfrequenz-Schwingkreis von beispielsweise 60 KHz um $1/2^{14}$ zu teilen und diesen Niederfrequenz-Schaltbefehl an die Schalter **16A** und **16B** zu geben.

[0030] Ist der mit dem Schalter **19A** verbundene Widerstand **19A** geerdet, so hält ein mit dem Schalter **16B** verbundenes anderes Register **19B** die Erdelektrode **1B** durch Ankoppeln eines zugeordneten Kollektors an die Plus-Seite auf ein positives Potential.

[0031] Die Schalter **16A** und **16B** werden im Wechsel eingeschaltet, um die Erdelektroden **1A** und **1B** wechselweise zu erden. Die im Ausschaltzustand befindliche Elektrode **1B** wird über den Widerstand **17B** auf ein positives Potential gehalten.

[0032] Bei der vorbeschriebenen konstruktiven Ausgestaltung lässt sich die Ablagerung von Fremdstoffen auf der Oberfläche der Erdelektroden verhindern, wodurch der Wasserbehandlungs-Wirkungsgrad erhöht und eine stabile Wasserbehandlung über einen relativ langen Zeitraum hinweg sichergestellt wird.

Versuchsbeispiel

[0033] Mittels der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung sowie der Vorrichtung nach dem Stand der Technik gemäß der Patentschrift US 5 435 894 wurde Stadtwasser mit einer auf 40 V eingestellten Gleichspannungsquelle einem Vergleichstest unterzogen. Bereits mit bloßem Auge war zu erkennen, dass die Menge der auf die Oberfläche der Anwendungselektroden der erfindungsgemäßen Vorrichtung abgelagerten Stoffe gegenüber der Vorrichtung nach dem Stand der Technik bemerkenswert gering war. Während des Versuchs wurde die Änderung der Stromstärke an den Anwendungselektroden in bestimmten zeitlichen Abständen gemessen, wobei sich die Werte in Tabelle 1 ergaben. Wie klar aus dieser Tabelle ersichtlich, nahm die Elektrodenstromstärke bei dem konventionellen Verfahren mit der Zeit allmählich ab, um nach 100 Stunden auf die Hälfte abzusinken, während nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die Abnahme nach 100 Stunden lediglich weniger als 7 % betrug, was die Tatsache bestätigt, dass das erfindungsgemäße Verfahren eine langzeitstabile Wasserbehandlung ermöglicht, wodurch wiederum das Ergebnis der Inaugenscheinnahme der Anwendungselektroden bestätigt wird. Der Grund für dieses Phänomen ist noch nicht klar ermittelt, doch glaubt der Erfinder, dass die wechselweise auf die Anwendungselektroden aufgebrachte Hochfrequenz-Wechselspannung sehr zufällig ist und akute und momentane Schwankungsanteile beinhaltet, was eine gewisse elektrische Feldstörung verursacht, da Wellenbildungen an der Wasseroberfläche zu erkennen sind, die beim Stand der Technik nicht zu beobachten waren.

Tabelle 1

Vorrichtung (Frequenz)	**Anfangswert**	**Nach 24 h**	**Nach 48 h**	**Nach 100 h**
Stand der Technik (30 KHz)	3 A	2,5 A	2 A	1,5 A
Erfindung 30 ± 3 KHz	3 A	3 A	2,9 A	2,8 A

Patentansprüche

1. Verfahren zur Wasserbehandlung mit den Schritten: Bereitstellen eines aus Metall mit höherer elektrolytischer Eigenschaft hergestellten Anwendungselektrodenpaars sowie einer nahe den Anwendungselektroden plazierten Erdungselektrode, wobei die Elektroden in dem zu behandelnden Wasser angeordnet sind, und Anlegen einer Wechselspannung an die Anwendungselektroden, um das Oxidations- Reduktions-Potenzial (ORP) des Wassers zu verringern, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der den Anwendungselektroden zuzuführenden Wechselspannung so gesteuert wird, dass eine zufällig wechselnde Frequenz mit akut und momentan schwankenden Anteilen erzeugt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei ein Paar Erdungselektroden zur wahlweisen Erdung mit niedriger Periodizität angeordnet ist.

3. Verfahren zur Wasserbehandlung mit den Schritten: Bereitstellen eines aus stabilem Metall ohne elektrolytische Eigenschaft hergestellten Anwendungselektrodenpaars sowie einer nahe den Anwendungselektroden plazierten Erdungselektrode, wobei die Elektroden in dem zu behandelnden Wasser angeordnet sind, und Anlegen einer Wechselspannung an die Anwendungselektroden, um das Oxidations-Reduktions-Potenzial (ORP) des Wassers zu verringern, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz der den Anwendungselektroden zuzuführenden Wechselspannung so gesteuert wird, dass eine zufällig wechselnde Frequenz mit akut und momentan schwankenden Anteilen erzeugt wird.

4. Vorrichtung zur Wasserbehandlung mit einem Anwendungselektrodenpaar (**2A**, **2B**), einer nahe den Anwendungselektroden plazierten Erdungselektrode (**1**), einer Gleichspannungsquelle (**3**), ersten bzw. zweiten Hochfrequenzschaltern (**5A**, **5B**), die über einen variablen Widerstand (**4**) mit der Gleichspannungsquelle verbunden sind, einem über einen Widerstand (**9A**, **9B**) mit den Hochfrequenzschaltern verbundenen Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis (**10**) einer Flipflop-Schaltung und einem mit dem Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis verbundenen ersten Hochfrequenz-Schwingkreis (**11**), gekennzeichnet durch eine mit dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis verbundene Steuerschaltung (**12**) mit einem Zufallsspannungssignalgenerator (RND) zur Bereitstellung eines zufällig in seiner Frequenz sich ändernden Signals durch den ersten Hochfrequenz-Schwingkreis sowie eine zwischen dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis (**11**) und einem zweiten Hochfrequenz-Schwingkreis (**14**) angeordnete Flipflop-Schaltung (**15**) zum Hinzufügen von akut und momentan schwankenden Anteilen in dem zufällig sich frequenzändernden Signal aus dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis, wobei der Hochfrequenz-Schaltbefehlskreis (**10**) ein Schaltsignal von dem ersten Hochfrequenz-Schwingkreis (**11**) an die ersten und zweiten Hochfrequenzschalter (**5A**, **5B**) gibt, um die Gleichspannung aus der Gleichspannungsquelle (**3**) in eine Hochfrequenz-Wechselspannung umzuwandeln, die zur Verringerung des Oxidations-Reduktions-Potenzials des zu behandelnden Wassers an die Anwendungselektroden (**2A**, **2B**) gegeben wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

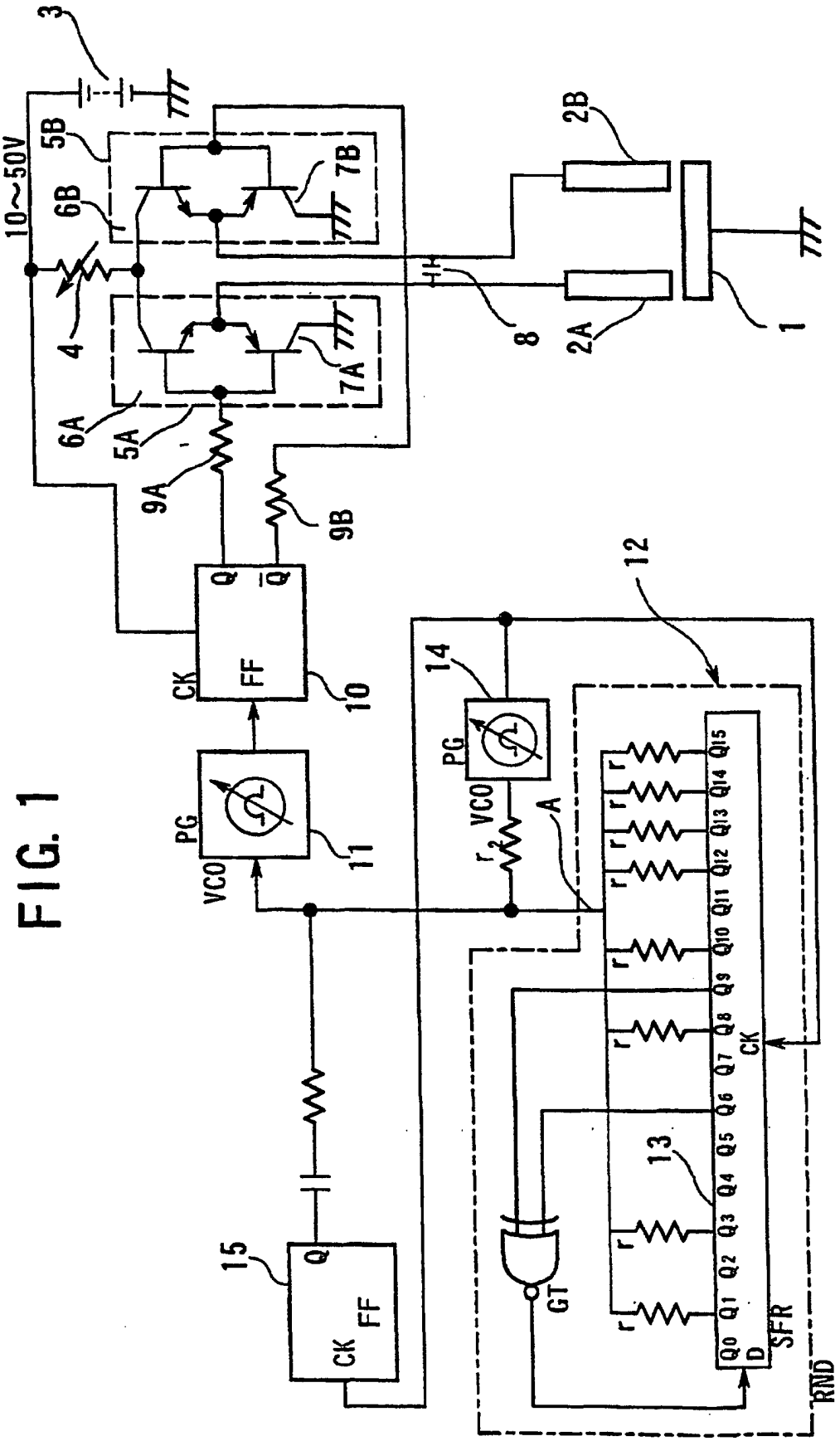


FIG. 2

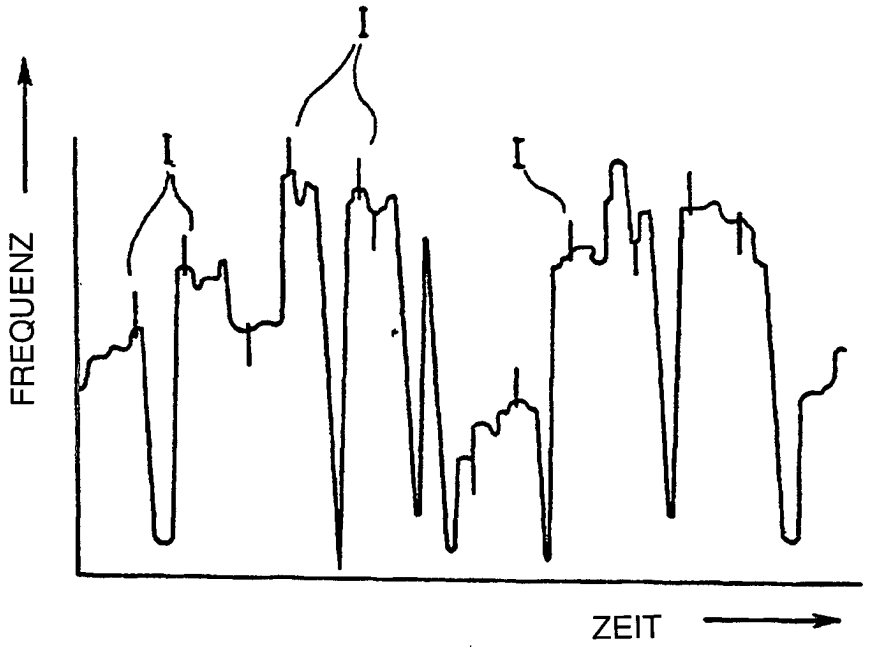
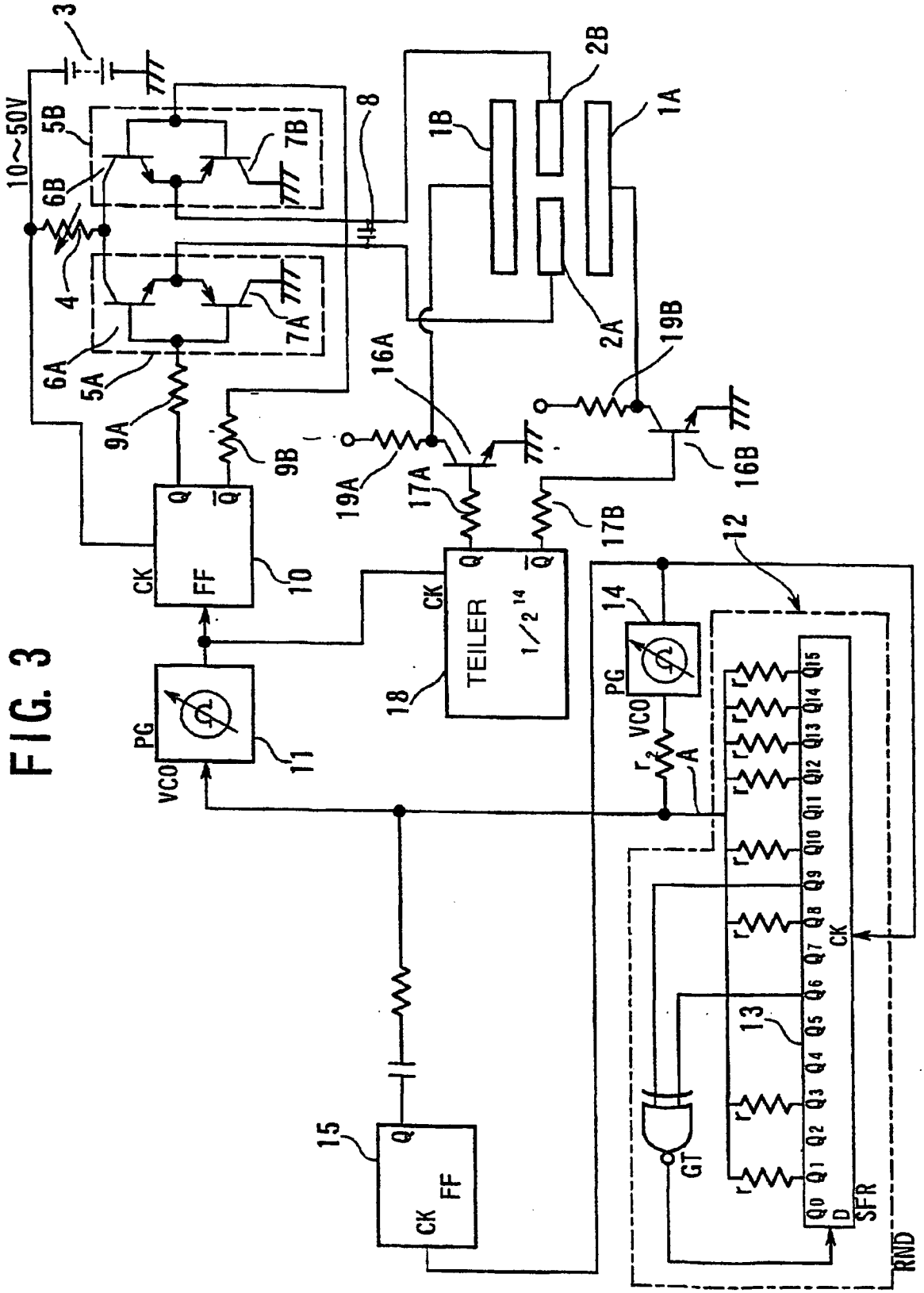


FIG. 3


3
10~50V
5B
6B
7B
8
1B
2B
1A
4
7A
2A
19B
6A
5A
16A
9A
9B
19A
17A
16B
17B
12
Q
$\overline{Q}$
CK
FF
10
TEILER
$1/2^{14}$
18
14
PG
VCO
11
r_2
A
Q_{15}
Q_{14}
Q_{13}
Q_{12}
Q_{11}
Q_{10}
Q_9
Q_8
Q_7
Q_6
Q_5
Q_4
Q_3
Q_2
Q_1
Q_0
D
SFR
13
GT
15
RND