



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.²: A 61 B 5/00
G 01 N 33/16
G 01 N 27/06

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ PATENTSCHRIFT A5

617 083

⑫① Gesuchsnummer: 293/78

⑫② Anmeldungsdatum: 11.01.1978

⑫③ Priorität(en): 12.01.1977 DE 2701020

⑫④ Patent erteilt: 14.05.1980

⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 14.05.1980

⑫⑦ Inhaber:
Drägerwerk Aktiengesellschaft, Lübeck (DE)

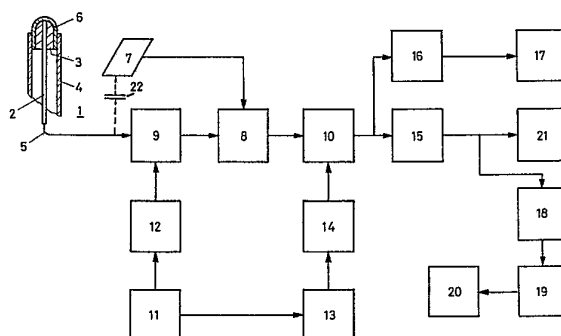
⑫⑦② Erfinder:
Stefan Kunke, Wiesbaden (DE)

⑫⑦④ Vertreter:
Patentanwaltsbureau Isler & Schmid, Zürich

⑫⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung des Partialdrucks von Gasen in Körperflüssigkeiten mit inkorporierter Messelektrode.

⑫⑤⑦ Bei dem insbesondere zur Erfassung des Sauerstoffpartialdrucks vorgesehenen Verfahren, bei welchem die Vorspannung der Messelektrode impulsförmig zugeführt wird, erfolgt eine Austastung des aus dem Stromverlauf der Messelektrode resultierenden Messimpulses in einen Uebernahmeimpuls, hinter welchem der Stromkreis der Messelektrode abgeschaltet oder hochohmig gemacht wird. Der Uebernahmeimpuls ist einem Amplitudenabschnitt des Messimpulses proportional und weist eine kleinere Breite als der Messimpuls auf. Der durch den Uebernahmeimpuls erhaltene Amplitudenwert bildet die Eingangsgrösse für eine Auswerteschaltung. Durch die vorzeitige Ab- bzw. Umschaltung des Messstromkreises kann der Sauerstoff-Eigenverbrauch der Messelektrode sehr gering gehalten werden. In der Vorrichtung ist an die Messelektrode (1) ein Schalter (9) angeschlossen, dem ein von einem Impuls-generator (11) erzeugter Steuerimpuls zugeführt ist, so dass synchron mit dem Steuerimpuls ein Vorspannungsimpuls an die Messelektrode (1) gelangt. Der Ausgang des Schalters (9) ist mit einem Speicher (10) verbunden. Die Steuerung des Speichers (10) erfolgt über Schaltglieder (13, 14) zur Festlegung der Impulsbreite und Impulsverzögerung mittels eines weiteren, vom Impuls-generator (11) abgeleiteten Steuerimpulses. Der den

Istwert liefernde Ausgang des Speichers (10) ist mit Anzeige- und/oder Steuer- bzw. Regelvorrichtungen (15-21) verbunden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Erfassung des Partialdrucks von Gasen in Körperflüssigkeiten mit inkorporierter, polarographischer Messelektrode, insbesondere des Sauerstoffpartialdrucks, wobei die Vorspannung der Messelektrode impulsförmig zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der aus dem Stromverlauf der Messelektrode resultierende Messimpuls in einem Amplitudenabschnitt des Messimpulses proportionalen Übernahmeimpuls von geringerer Breite als der Messimpuls umgeformt wird, wobei der Stromkreis der Messelektrode nach dem Ende des Übernahmeimpulses abgeschaltet oder bezüglich Belastung hochohmig gemacht wird, und dass der durch den Übernahmeimpuls erhaltene Amplitudenwert des Messimpulses die Eingangsgrösse für eine Anzeige- und/oder Steuerschaltung bildet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Übernahmeimpuls im Bereich des Maximums des Messimpulses abgenommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abschalt- bzw. Umschaltzeitpunkt des Stromkreises der Messelektrode unmittelbar hinter der Abnahme des Übernahmeimpulses liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Impulsbreite des Übernahmeimpulses sehr klein gegenüber der Breite des Messimpulses ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzeugung einer quasi kontinuierlichen Ausgangsgrösse ein Übernahmeimpuls bis zum Eintreffen des nachfolgenden Übernahmeimpulses gespeichert wird.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Messelektrode (1) mit einem elektronischen Schalter (9) verbunden ist, dem von einem Impulsgenerator (11) ein Steuerimpuls zugeführt wird, wodurch synchron mit dem Steuerimpuls ein Vorspannungsimpuls an die Messelektrode (1) gelegt wird, dass der Ausgang des elektronischen Schalters (9) über einen Messverstärker (8) zu einem Übernahmespeicher (10) geführt wird, der unter Zwischenschaltung von Schaltgliedern zur Festlegung der Impulsbreite (13) und der Impulsverzögerung (14) durch einen vom Impulsgenerator (11) abgeleiteten Übernahmesteuerimpuls zur Bildung des Übernahmeimpulses gesteuert wird, und dass der Ausgangswert des Übernahmespeichers (10) als Istwert mit Anzeige- und/oder Steuer- bzw. Regelvorrichtungen verbunden ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen die Messelektrode (1) und die Gegenelektrode (7) eine Kapazität (22) eingeschaltet ist.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erfassung des Partialdrucks von Gasen in Körperflüssigkeiten mit inkorporierter, polarographischer Messelektrode, insbesondere des Sauerstoffpartialdrucks, wobei die Vorspannung der Messelektrode impulsförmig zugeführt wird. Es wird ausserdem eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens angegeben.

Bei der kontinuierlichen Messung des Sauerstoffpartialdrucks im Blut nach dem polarographischen Verfahren treten verschiedene Schwierigkeiten auf. Während der Messung wird an der Elektrodenspitze Sauerstoff reduziert, d. h. verbraucht, und dies führt zu einer langsam absinkenden Anzeige des Messgerätes, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes (oder der Eichlösung) gering ist. Zur Überwindung dieses nachteiligen Sauerstoff-Eigenverbrauchs der Elektrode sind prinzipiell zwei Möglichkeiten bekannt, die auch gegebenenfalls kombiniert angewendet werden:

1. Durch Verwendung einer Messelektrode mit kleiner Oberfläche, einer sogenannten Mikroelektrode (Spitzendurchmesser 5 bis 20 μm), wird der Eigenverbrauch der Messelektrode und damit die Konvektionsabhängigkeit verringert.

2. Durch die Anwendung relativ dicker Membranen, welche eine langsame Diffusion der zu messenden Gase nach der Elektrodenspitze ermöglichen, werden Diffusionshindernisse geschaffen, welche den Eigenverbrauch der Messelektrode erheblich reduzieren. Wird eine Messelektrode mit hinreichend kleiner Oberfläche in dieser Weise dick beschichtet, so lassen sich brauchbare Messwerte erzielen, wobei die Konvektionsabhängigkeit bei etwa 5 % der Messwertanzeige liegt.

Beide vorbekannten Verfahren haben wesentliche Nachteile. Die technische Herstellung einer flüssigkeitsgedichteten Messelektrode mit 5 μm Durchmesser ist sehr aufwendig, besonders dann, wenn zusätzlich eine abdeckende Membran aufgebracht werden muss. Sollen dagegen mit Rücksicht auf die Fertigung mechanisch stabilere, dickere Messelektroden verwendet werden (etwa 100 μm), so muss zur Erreichung einer genügenden Konvektionsunabhängigkeit eine sehr dicke Beschichtung, teilweise mit bis zu zehn Schichten, aufgebracht werden. Damit ergeben sich sehr lange Diffusionsstrecken, welche eine hohe Trägheit der Messelektrode und eine langfristig driftende Messung verursachen.

Die Erfindung geht von der Aufgabenstellung aus, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches mit einfach aufgebauten Messelektroden hohe Messgenauigkeit und geringe Trägheit der Messung bei niedrigem Sauerstoff-Eigenverbrauch an der Messelektrode ermöglicht. Zur Lösung dieser Aufgabenstellung ist vorgesehen, dass der aus dem Stromverlauf der Messelektrode resultierende Messimpuls in einem Amplitudenabschnitt des Messimpulses proportionalen Übernahmeimpuls von geringerer Breite als der Messimpuls umgeformt wird, wobei der Stromkreis der Messelektrode nach dem Ende des Übernahmeimpulses abgeschaltet oder bezüglich Belastung hochohmig gemacht wird, und dass der durch den Übernahmeimpuls erhaltene Amplitudenwert des Messimpulses die Eingangsgrösse für eine Anzeige- und/oder Steuerschaltung bildet. Bei diesem Verfahren kann der Sauerstoff-Eigenverbrauch der Messelektrode und damit deren Konvektionsabhängigkeit ohne nachteilige Beeinflussung der Ausgangsgrösse sehr gering gehalten werden.

Die beim Impulsbetrieb von polarographischen Elektroden auftretenden Nachteile – bedingt durch verschiedene auf die Impulsform wirkende Störgrössen – werden durch die Wahl eines für ein Intervall des Messimpulses repräsentativen Übernahmeimpulses vermieden.

Die Lage des Übernahmeimpulses innerhalb des Messimpulses und dessen Breite kann in verschiedener Weise gewählt werden. Der Übernahmeimpuls soll jedoch nicht unmittelbar im Anstiegsbereich des Messimpulses liegen, weil hier unkontrollierte Einflüsse kapazitiver Art eine Verformung der Impulsform bedingen. Zweckmässig erscheint es, den Übernahmeimpuls in den Bereich des Maximums des Messimpulses, und zwar nach dessen langsam abfallender Flanke hin zu legen.

Wegen des geringen Sauerstoff-Eigenverbrauchs der Messelektrode ist es bei dem angegebenen Verfahren möglich, diese besonders einfach und kostengünstig herzustellen. Es wird insbesondere keine Diffusionsbarriere zur Verzögerung der Gasdiffusion, sondern lediglich eine Grobabsperzung der Oberfläche der Messelektrode für grössere Eiweissmoleküle oder dergleichen benötigt. Hierzu genügt beispielsweise ein dünner Cellophanüberzug an der Elektrodenoberfläche, welcher die Anzeigetragheit nicht wesentlich erhöht.

Die Ab- bzw. Umschaltung des Stromkreises der Messelektrode kann bereits dann durchgeführt werden, wenn der Sauerstoff-Eigenverbrauch der Messelektrode etwa 1 % seines Endwertes erreicht hat. Mit Vorteil liegt der Abschalt- bzw. Um-

schalt-Zeitpunkt unmittelbar hinter der Abnahme des Übernahmeimpulses.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung erscheint es vorteilhaft, die Impulsbreite des Übernahmeimpulses sehr klein gegenüber der Breite des Messimpulses zu wählen, wobei das Verhältnis der Impulsbreiten von Übernahmeimpuls und Messimpuls zweckmässig oberhalb von 1:500 liegt.

Es kann ferner zweckmässig sein, dass zur Erzeugung einer quasi kontinuierlichen Ausgangsgrösse ein Übernahmeimpuls bis zum Eintreffen des nachfolgenden Übernahmeimpulses gespeichert wird.

Erfindungsgemäss ist als schaltungstechnische Lösung die Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass die Messelektrode mit einem elektronischen Schalter verbunden ist, dem von einem Impulsgenerator ein Steuerimpuls zugeführt wird, wodurch synchron mit dem Steuerimpuls ein Vorspannungsimpuls an die Messelektrode gelegt wird, dass der Ausgang des elektronischen Schalters über einen Messverstärker zu einem Übernahmespeicher geführt wird, der unter Zwischenschaltung von Schaltgliedern zur Festlegung der Impulsbreite und der Impulsverzögerung durch einen vom Impulsgenerator abgeleiteten Übernahmesteuerimpuls zur Bildung des Übernahmeimpulses gesteuert wird, und dass der Ausgangswert des Übernahmespeichers als Istwert mit Anzeige- und/oder Steuer- bzw. Regelvorrichtungen verbunden ist.

Eine weitere in diesem Zusammenhang zweckmässige schaltungstechnische Massnahme kann darin bestehen, dass zwischen Messelektrode und Gegenelektrode eine Kapazität eingeschaltet ist. Eine solche Kapazität, beispielsweise in Form eines Kondensators von etwa 500 pF, wird wie die Messelektrode in der Messpause, d. h. nach der Abschaltung bzw. Umschaltung des Messstromes, vom Eingangskreis der Messvorrichtung getrennt und entlädt sich während dieser Messpause. Der nachfolgende Impuls lädt die Kapazität wieder auf, und der Stromverlauf des Messimpulses wird damit von der Kondensatorentladung in der vorangehenden Messpause beeinflusst. Je nach der Bauart der Elektroden kann damit die Maximalamplitude und die Flankensteilheit des Messimpulses erhöht werden; ausserdem lässt sich der Einfluss von vorhandenen instabilen Eigenkapazitäten unterdrücken. Bei gegebenen Elektroden kann durch eine solche Kapazität u. U. auch eine Linearisierung der Anzeige durch Kompensation vorhandener Nichtlinearitäten erreicht werden.

Sofern die Anzeigecharakteristik der Messvorrichtung in unerwünschter Weise nichtlineare Bereiche aufweist, können zusätzlich Linearisierungsglieder angewendet werden. Dies betrifft insbesondere die digitale Anzeige, da bei analoger Anzeige eine direkte Eichung des Anzeigeegerätes durchgeführt wird.

Durch die Erfindung wird eine kontinuierliche Messung von Blutgasen oder ähnlichen Gasanteilen in strömenden Medien mit geringer Trägheit des Messvorganges ermöglicht. Kontinuierliche Blutgasmessungen wie O_2 -Partialdruckmessungen können mit einer billigen Kathodenelektrode, die zweckmässig einen Wegwerfartikel bildet, ausgeführt werden. Die Anzeige geschwindigkeit ist dabei im Verhältnis zu gebräuchlichen Kathodenelektroden etwa 10mal grösser; die Herstellungskosten für die einfach aufgebaute, mechanisch stabile Messelektrode sind gering. Die Störanfälligkeit des elektronischen Systems ist gegenüber vorbekannten Anordnungen wesentlich niedriger, da im Messkreis der Messelektrode nur kurzfristig relativ hohe Ströme fliessen, deren Verstärkungsfaktor relativ niedrig und damit stabil gewählt werden kann. Besonders bei der Intensivpflege von Patienten lässt sich dieses Messverfahren mit gutem Erfolg einsetzen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel für ein Messgerät zur Sauerstoffmessung mit inkorporierter, polarographischer Messelektrode schematisch dargestellt; es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Messgerätes gemäss der Erfindung,

Fig. 2 ein Impulsprogramm für das Messgerät nach Fig. 1.

In Fig. 1 besteht eine polarographische Messelektrode 1 aus einem Platindraht 2 von 500 μm Durchmesser, der in ein Glasröhrchen 3 von etwa 1 mm Aussendurchmesser eingeschmolzen ist. Das Glasröhrchen 3 liegt in einem Kunststoffhüllrohr 4, in dessen Innenraum eine Zuleitung 5 zum Platindraht 2 geführt wird. Die Messelektrode 1 ist mit einer Cellophanschicht 6 von etwa 0,2 mm Dicke und weniger abgedeckt. Die Messelektrode kann über eine Kanüle in einfacher Weise in eines der grösseren Gefässe eingeführt und dort fixiert werden. Eine Gegenelektrode 7, die entweder auf der Hautoberfläche aufliegt oder zusätzlich in die Messelektrode eingebaut wird, ist mit einem Messverstärker 8 einpolig verbunden. Die Messelektrode 1 ist unter Zwischenschaltung eines elektronischen Schalters 9 ebenfalls einpolig an diesen Messverstärker 8 angeschlossen. Der Ausgang des Messverstärkers 8 führt zu einem Übernahmespeicher 10, dessen Ausgangsgrösse den Istwert der Messgrösse bildet.

Die Steuerung des elektronischen Schalters 9 und des Übernahmespeichers 10 geht von einem Impulsgenerator 11 aus, welcher zur Vorspannung der Messelektrode eine periodische Folge von Rechteckimpulsen mit einer einstellbaren Periodendauer von etwa 0,1 bis 10 sec erzeugt. Über ein Schaltelement 12 zur Festlegung der Impulsbreite, beispielsweise auf 0,2 ms, wird der elektronische Schalter 9 gesteuert.

Die Impulsfolge des Impulsgenerators 11 gelangt ferner in ein Schaltglied 13 zur Festlegung der Breite des Austast- bzw. Übernahmeimpulses, beispielsweise 10 μs , und dieses Schaltglied 13 ist über eine Impulsverzögerungsschaltung 14, welche die Lage des Übernahmeimpulses innerhalb des Messimpulses bestimmt, mit dem Übernahmespeicher 10 verbunden, so dass aus dem Messimpuls der repräsentative Übernahmeimpuls gebildet wird.

Der Istwertausgang des Übernahmespeichers 10 steht über einem Verstärker mit Sollwerteinstellung 15 mit einem Istwert-Alarmschwellenvergleichsglied 16 in Verbindung. Im Verstärker 15 wird die vom Messimpuls übernommene Grösse des Wertes pO_2 durch Subtraktion einer einstellbaren Spannung auf den Anzeigewert 0 Torr gebracht. Das hierzu erforderliche Stellglied der Sollwerteinstellung ist am Gerät für die Nullpunkt-Eichung von aussen zugänglich. Das Istwert-Alarmschwellenvergleichsglied gibt einen Auslöseimpuls bei Unterschreitung der Alarmschwelle an eine akustische Warnvorrichtung 17. Bei Unter- bzw. Überschreitung des im Verstärker 15 einstellbaren Sollwertes wird eine Motorsteuerung 18 angesteuert, welche ein Motor-Potentiometer und den Verstellmotor 19 eines Ventils der Atemluftsteuerung in der gewünschten Richtung in Bewegung setzt. Dem Verstellmotor 19 und dem Motor-Potentiometer folgt dabei eine Ventilstellungsanzeige 20. Die direkte Anzeige des Istwertes erfolgt durch ein digitales oder analoges Anzeigegerät 21.

In der Schaltung treten drei wichtige Impulsgrössen auf, die in der Zeichnung (Fig. 2) ebenfalls dargestellt sind.

1. Der Messimpuls J_M , welcher aus der an die Messelektrode 1 impulsförmig angelegten negativen Vorspannung von 500 bis 800 mV resultiert und der bei einem festgelegten Verbrauchswert durch den elektronischen Schalter 9 im Zeitpunkt AS abgeschaltet wird,

2. der Übernahmesteuerimpuls J_{St} , welcher etwa 150 μs nach Beginn des Messimpulses ausgelöst wird und der eine Impulsdauer von 10 μs aufweist,

3. der im Übernahmespeicher 10 gebildete und dort gespeicherte Übernahmeimpuls $J_{\bar{u}}$, welcher wie der Übernahmesteuerimpuls ebenfalls 10 μs Impulsbreite aufweist und den

Amplitudenwert eines Amplitudenbereichs des Messimpulses als repräsentative Grösse verkörpert.

Zwischen die Messelektrode 1 und die Gegenelektrode 7 ist ein Kondensator 22 eingeschaltet, welcher den Kurvenver-

lauf des Messimpulses in der gewünschten Weise beeinflusst. Die Grösse dieses Kondensators hängt von der Bauart und Grösse der Elektroden ab, sie ist im Einzelfall zweckmässig durch Versuche zu ermitteln.

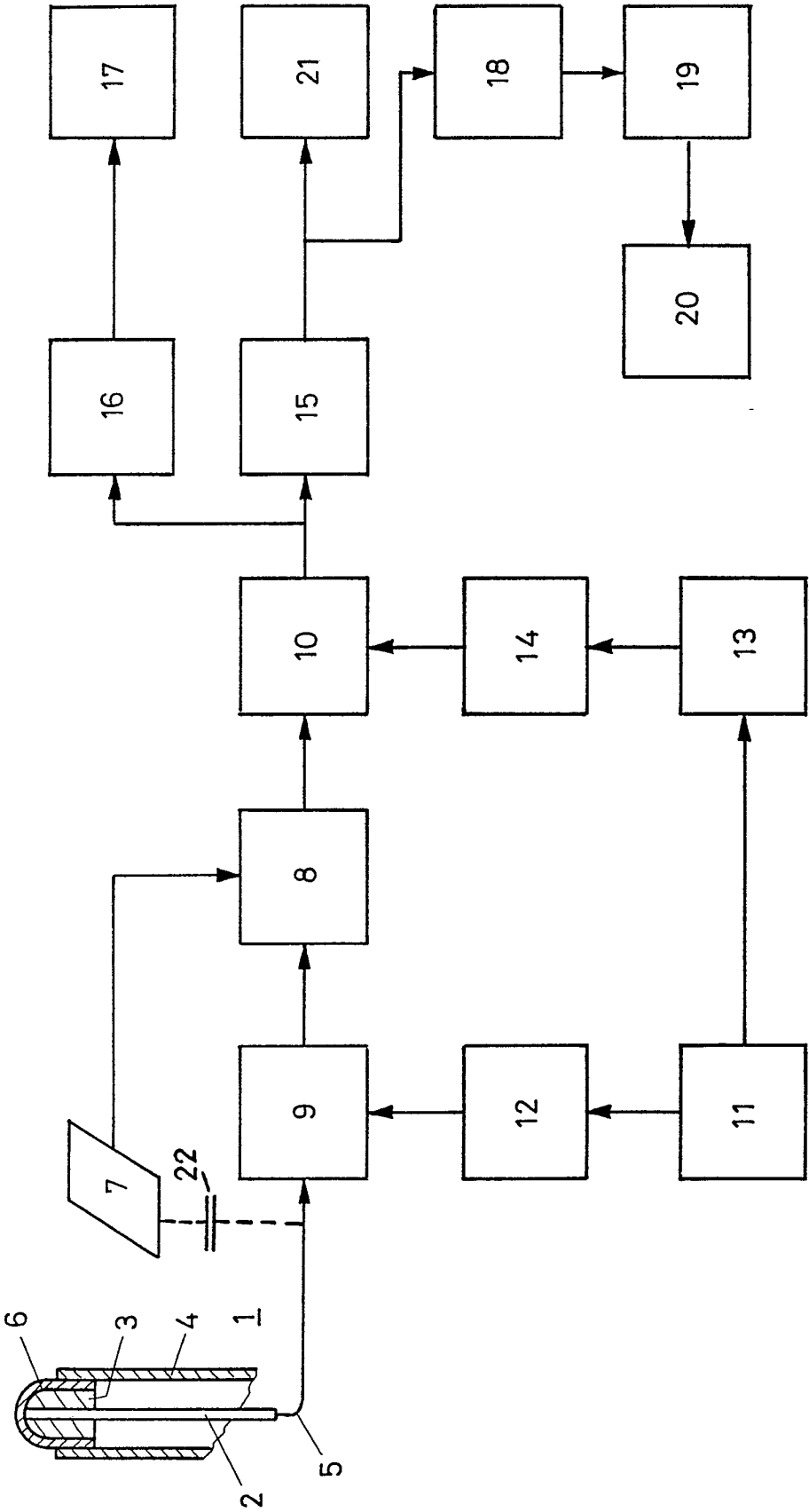


Fig. 1

Fig. 2

