



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

211 902

Int.Cl.³

3(51) H 01 H 43/32

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 H/ 2321 565

(22) 30.07.81

(44) 25.07.84

(71) INGENIEURHOCHSCHULE MITTWEIDA;DD;

(72) SCHLEICHER, ERICH, PROF. DR. RER. NAT.; GASSMANN, EDUARD, DIPL.-ING.;
LUSCHE, SIEGFRIED, DR.-ING.; DD;

(54) COULOMETRISCHE ANORDNUNG MIT SCHWELLSPANNUNGSSCHALTUNG

(57) Die Erfindung betrifft eine coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltern und hat zum Ziel, die technologische Herstellung der Schaltelektroden gegenüber den bekannten Anordnungen zu vereinfachen. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die bisher doppelreihige Anordnung der Schaltelektroden längs der Kapillare durch eine einreihige Anordnung ersetzt wird. Diese Elektroden werden jeweils an den Eingang eines Schwellspannungsschalters angeschlossen, dessen zweiter Eingang mit einer der Coulometerelektroden verbunden ist. Beim Durchgang des elektrolytischen Einschusses tritt ein Spannungssprung auf, der den Schwellspannungsschalter auslöst. Die durch die erfindungsgemäße Lösung mögliche Einsparung einer Elektrodenreihe senkt den Fertigungsaufwand und verringert die Anforderungen an die Fertigungsgenauigkeit. Die beschriebene Anordnung ist für Betriebszeitmessungen, zur Signalisierung von Wartungsintervallen für den Service bei elektronischen Geräten und ähnliche Anwendungsfälle geeignet.

Titel der Erfindung

Coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung, die ohne bewegte mechanische Teile arbeitet und zur Betriebszeitmessung in elektrischen und elektronischen Geräten, zur Auslösung von Schaltvorgängen nach bestimmten Zeitabläufen, als Langzeitmesser mit Schaltfunktion und als Strom - Zeit - Integrator angewendet werden kann.

Von besonderem Vorteil sind der geringe Leistungsverbrauch der erfindungsgemäßen Anordnung und ihre elektrische und mechanische Kompatibilität zu mikroelektronischen Schaltkreisen. Die Mikroelektronik bietet die wesentliche technische und ökonomische Voraussetzung für die praktische Realisierung der Erfindung, sie ermöglicht zugleich weitergehende Applikationen und eine Anpassung an unterschiedliche Spannungen und Zeitabläufe.

In Abhängigkeit von der äußeren Beschaltung gestattet die Anordnung, Betriebszeiten in der Größenordnung von wenigen Stunden bis zu etwa 10 000 Stunden mit einer durch die Ausführungsform in gewissen Grenzen wählbaren Genauigkeit zu

messen. Die Umgebungstemperaturen können dabei zwischen etwa $- 25^{\circ}\text{C}$ und $+ 80^{\circ}\text{C}$ liegen, so daß sich das Anwendungsgebiet auf alle üblichen Einsatzfälle für elektronische Geräte erstreckt. Denkbar ist u.a. die Anwendung zur Signalisierung von Wartungsintervallen für den Service bei Mikrorechnern, Prozeßsteuereinrichtungen, Frequenzmessern oder anderen umfangreicheren elektronischen Geräten, für die Signalisierung von Garantiefrieten, für die Auslösung von Schaltfunktionen bei Überschreitung bestimmter Einwirkungsauern von chemischen, physikalischen oder mechanischen Einflüssen.

Durch seine gegenüber bekannten technischen Lösungen wesentlich einfachere konstruktive Gestaltung und die daraus resultierenden niedrigeren Kosten wird auch die Anwendung der Elemente in der Konsumgüterindustrie begünstigt, so etwa zur Messung und Signalisierung des Verschleißes von Nadeln bei Plattenspielern, der Verschmutzung oder Abnutzung der Tonköpfe bei Video- und Audiorecordern usw.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Mikroccoulometer mit Quecksilberfüllung in einer Kapillare und einem kleinen Einschluß aus einem wäßrigen Elektrolyt, der die Quecksilberfüllung in zwei Teilsäulen trennt, existieren in vielen Ausführungsformen. Das Wirkprinzip beruht stets darauf, daß beim Durchfließen eines Gleichstroms von der mit dem positiven Spannungsanschluß in Verbindung stehenden Quecksilberteilsäule Hg-Ionen durch den Elektrolyt zur negativen Teilsäule transportiert werden und sich dort ablagern. Die positive Teilsäule wird dadurch kürzer und die negative Teilsäule länger. Der elektrolytische Einschluß wandert somit von der Katode in Richtung zur Anode, bis sich schließlich alles Quecksilber auf der Katodenseite befindet. Die Wanderungsgeschwindigkeit ist der Stromstärke proportional. Obwohl der Ladungsträgertransport im elektrolytischen Einschluß in Form der Ionenleitung erfolgt,

tritt ihre im Prinzip starke Temperaturabhängigkeit dann nicht störend in Erscheinung, wenn dem Mikrocoulo-meter ein Widerstand vorgeschaltet wird, dessen Wert sehr viel größer ist als der Widerstand des Einschlusses. Ausgehend von diesem Grundprinzip und dem dadurch möglichen breiten Betriebs-temperaturbereich wurden zahlreiche Ausführungsformen be-schrieben, die durch zusätzliche Elektroden und Sonden, durch Änderung der konstruktiven Gestaltung, durch unterschiedli-che Einleitung der Spannung, durch Zusammenschaltung meh-rerer Mikrocoulo-meter und durch kapazitive und induktive Meßwertübertragung eine Vielzahl von Anwendungsgebieten er-schließen.

In der Erfindungsanmeldung "Elektrolytische Anordnung zur Schaltung und Messung langer Betriebszeiten" (WP 212 181) wird in mehreren technologischen Varianten ein Mikrocoulo-meter beschrieben, das für Schaltzwecke seitlich in die Kapillare hineinragende Elektroden aufweist, die sich paar-weise gegenüberstehen und beim Durchlaufen des elektrolyti-schen Einschlusses infolge der Widerstandsänderung Schalt-vorgänge auslösen können. Diese Erfindungsanmeldung be-schreibt auch, daß die Kapillare durch eine Rille in einem Substratplättchen gebildet werden kann, das mit einem Deck-plättchen zu einer Sandwichanordnung verbunden ist.

Die Erfindungsanmeldung "Anordnung zur Anzeige von Wartungs-intervallen bei Geräten und Anlagen" (WP 212 693) beschreibt eine Variante dieser Anordnung, bei der sich nur an den Stirnseiten jeweils zwei voneinander isolierte Elektroden befinden, deren in die Kapillare reichenden Enden kürzer sind als die Länge des Einschlusses, so daß Schaltvorgänge beim Eintreffen des elektrolytischen Einschlusses am Kapil-larenende ausgelöst werden können.

Bekannt ist auch die Auslösung von Schaltvorgängen bei Mikro-coulometern mit halbleitender Kapillarenwand, bei denen der Durchgang des elektrolytischen Einschlusses von außen mit

Schleifern als Widerstandsänderung auswertbar ist. Die Beschreibung einer solchen Anordnung findet sich in der Erfindungsanmeldung "Anordnung zur Schaltung von kontinuierlich einstellbaren Zeitintervallen" (WP 213 082).

Veränderungen im Quecksilberfaden durch Querschnittsänderung der Kapillare wurden in der Erfindungsanmeldung "Anordnung zur Betriebszeitmessung" (WP 213 423) beschrieben.

In der BRD-Auslegeschrift 1 238 096 "Vorrichtung zur Messung des Strom-Zeit-Intervalls" ist eine Anordnung zur berührungslosen Auslösung von Schaltvorgängen mit Quecksilbercoulometern beschrieben. Sie ist dadurch gekennzeichnet, daß auf der Außenseite des Kapillarenröhrchens Metallbeläge angebracht sind, die einen Kondensator bilden, dessen Kapazität durch die unterschiedliche Länge der Quecksilberteilsäulen verändert wird. Die Kapazität dieser Kondensatoranordnung wird mit einer elektronischen Schaltung, bestehend aus einem HF-Generator, Verstärker, Phasendetektor und Schwellwertschalter, gemessen. Durch mehrere kleine Kondensatorbeläge ist eine bessere Lokalisierung der Stellung des Einschlusses möglich.

Für die berührungslose Erkennung und elektrische Signalisierung der Position des elektrolytischen Einschlusses beschreibt die Erfindungsanmeldung "Anordnung zur Betriebszeitmessung mit magnetischer Signalumsetzung" (WP 214 254) eine Realisierungsmöglichkeit, deren Grundidee darin besteht, daß in dem elektrolytischen Einschluß ein kleiner magnetischer Körper schwimmt, der die Induktivität von Spulen verändert, die außen auf die Kapillare gewickelt sind.

In der Erfindungsanmeldung "Anordnung zur berührungslosen kontinuierlichen elektronischen Zeitmessung" (WP 214 352) wird durch Veränderung der Windungszahl pro Längeneinheit erreicht, daß die Lage des elektrolytischen Einschlusses

mit dem magnetischen Körper kontinuierlich erkannt werden kann.

Eine einfache Möglichkeit zur Endzeitanzeige ist in der Erfindungsanmeldung "Mikrocoulometrische Anordnung mit Endzeitanzeige" (WP 215 530) beschrieben. Hierbei sind nur noch die beiden Endelektroden vorhanden, die gleichzeitig signalisieren, wenn der elektrolytische Einschluß aus der Kapillare in einen erweiterten Volumenbereich am anodenseitigen Ende tritt.

Weitere Erfindungsanmeldungen betreffen die Art der Spannungserzeugung für den elektrolytischen Prozeß, wobei sowohl die Möglichkeit beschrieben wird, die Spannungsquelle in den Einschluß zu verlegen, als auch eine Spannungserzeugung durch ein Thermoelement erörtert wird. Dies ist der Fall in der Erfindungsanmeldung "Anordnung zur Temperatur-Zeit-Messung" (WP 214 621).

Als besonders arbeitsaufwendig haben sich bei der Realisierung der Anordnungen mit seitlichen Schaltelektroden die Arbeitsgänge erwiesen, die zum Einschmelzen der Drähte erforderlich sind. Jede Vereinfachung auf diesem Gebiet führt zu Kostensenkungen bei der Herstellung.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, eine coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung anzugeben, die gegenüber den bekannten Anordnungen wesentliche Vereinfachungen bei der technologischen Herstellung der Schaltelektroden aufweist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die bei den bisher

bekannten Anordnungen notwendige Anbringung paarweise gegenüberliegender Schaltelektroden längs der Kapillarenwandung auf eine einreihige Anordnung zu reduzieren.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Anordnung gemäß der in Figur 1 dargestellten Prinzipskizze gelöst.

Eine Kapillare ist an ihren beiden Stirnseiten durch Elektroden 3 und 4 abgeschlossen. Sie enthält eine Quecksilberfüllung 1, die durch einen Einschluß aus einem wässrigen Elektrolyt 2 in zwei Teilsäulen getrennt ist. Die Spannung, die den Strom durch die Kapillare erzeugt, liegt katodenseitig an der Elektrode 4 - in Figur 1 mit "0" bezeichnet - und anodenseitig über den Vorwiderstand R_V an der Elektrode 3 - in Figur 1 mit "+U" bezeichnet.

Zwischen den beiden Elektroden befinden sich nur noch einreihig die Schaltelektroden, die von außen in den Kapillarraum tauchen. Sie sind mit den Schwellspannungsschaltern S 1, S 2, S 3 bzw. S 4 verbunden, wobei die gewählte Anzahl nur ein Beispiel sein soll. Das zur Schwellspannungserzeugung erforderliche Basispotential wird durch den Katodenanschluß geliefert, der ebenfalls an diese Schalter geführt wird. Entsprechend dem als bekannt vorausgesetzten Wirkungsprinzip elektronischer bzw. mikroelektronischer Schwellspannungsschalter schalten diese bei bestimmten Eingangsspannungswerten eine an diesen Schaltern liegende Spannung - in Figur 1 mit " U_S " bezeichnet - auf ihre Ausgänge durch. Die Spannungen U_{S1} , U_{S2} , U_{S3} bzw. U_{S4} kennzeichnen somit durch ihren absoluten Wert den Eingangszustand "Schwellspannung überschritten" oder "Schwellspannung unterschritten".

Das Funktionsprinzip ist im Diagramm der Figur 2 näher erläutert. Die Abszisse L soll die geometrische Längsausdehnung der Kapillare bezeichnen, während mit ΔU die Spannungsdifferenz zwischen den Elektroden bezeichnet werden soll.

Diese Spannung ist über der anodenseitig angeschlossenen Quecksilberteilsäule gleich und fällt dann im elektrolytischen Einschluß, der die Länge ΔL haben soll und einen realen Widerstandswert von etwas über 10^2 Ohm aufweist, auf den Spannungswert "0" der katodenseitigen Quecksilberteilsäule ab.

Bezieht man die Figur 2 auf die Figur 1, so liegen die Eingänge der Schwellspannungsschalter S 1 und S 2 auf dem Potential 0, und ihre Ausgangsspannungen U_{S1} und U_{S2} weisen je nach Schaltertyp einen bestimmten Wert auf. An den Eingängen der Schalter S 3 und S 4 liegt dagegen die Potentialdifferenz ΔU , was zum Durchschalten der Schwellspannungsschalter und zu anderen Werten von U_{S3} und U_{S4} führt. Wenn der Strom durch die Kapillare fließt, so bewegt sich infolge des Hg-Ionentransports der Einschluß in Richtung zur Anode, und beim Passieren einer Schaltelektrode tritt ein Spannungssprung ein, der zum Umschalten des Schwellwertschalters führt.

Diese Schalter stehen als integrierte Schaltkreise für unterschiedliche Eingangsspannungswerte und Ausgangsleistungen zur Verfügung. Durch ihre hochohmigen Eingänge ist ihre Einwirkung auf den Elektrolyseprozeß vernachlässigbar. Es gibt integrierte Anordnungen, die mehrere Schaltkreise einschließlich Verstärker enthalten, so daß die gesamte Elektronik der Figur 1 aus nur einem mikroelektronischen Schaltkreis bestehen muß.

In Figur 3 ist eine mögliche technologische Realisierungsvariante für die gesamte Anordnung einschließlich der mikroelektronischen Schwellspannungsschaltkreise im Schnitt dargestellt. Sie besteht aus einem keramischen Deckplättchen 1 mit einem länglichen Einschnitt 3 und einer Vertiefung 4. Das Substratplättchen 2 trägt die schichtförmigen Schaltelektroden 6, die Anschlußbahnen 5 und die unverkapselten

Schaltkreise 7 sowie die notwendigen Leiterbahnen und Schichtwiderstände. Nach der Verbindung des Deckplättchens 1 mit dem Substratplättchen 2 kann die dadurch entstandene Kapillare 3 mit Quecksilber und dem wäßrigen Elektrolyt gefüllt werden. Der fertige Hybridschaltkreis kann in seinen Abmessungen und Anschlüssen den üblichen Gehäusen der Mikroelektronik angepaßt werden.

Die Beschreibung des Arbeitsprinzips der erfindungsgemäßen Anordnung zeigt, daß sich ihre Anwendung nicht nur auf die technologische Vereinfachung der bisher bekannten paarig gegenüberstehenden Schaltelektroden erstreckt, sondern daß darüber hinaus die mikroelektronischen Schaltkreise durch die Einstellbarkeit der Schaltschwelle, durch gegenseitige Verkopplung und durch ihren breiten Lastbereich zusätzliche Möglichkeiten zur Anpassung an die verschiedenen Anwendungsfälle bieten.

Nachdem der elektrolytische Einschluß am anodenseitigen Ende der Kapillare angelangt ist, kann durch Umpolung der Spannung und Invertierung der Ausgangssignale der Schwellspannungsschaltung der Rücklauf in entgegengesetzter Richtung erfolgen, so daß die gesamte Anordnung wiederverwendungsfähig ist.

Ausführungsbeispiel

In einem Ausführungsbeispiel wurde eine Mikrocoulo-meterkapillare mit einer Gesamtlänge von 25 mm verwendet, deren elektrolytischer Einschluß einen Durchgangswiderstand von ca. 150 Ohm aufwies. Für einen Durchlauf benötigte dieser Einschluß bei einem Strom von 4 μ A eine Zeitspanne von 1000 Stunden. Die Länge des Einschlusses betrug etwa 0,75 mm, die Breite einer Schaltelektrode ca. 0,4 mm. Mit einem Vorwiderstand von 1,25 MOhm bei einer Gesamtspannung von 5 V war der Spannungsabfall an diesem Einschluß etwa 0,6 mV. Diese in der vorstehenden Erfindungsbeschreibung mit ΔU

bezeichnete Spannung war infolge der temperaturabhängigen Widerstandsänderung des Elektrolyten ebenfalls temperaturabhängig, d.h. bei höheren Temperaturen wurde der Spannungsabfall geringer. Da die Beschaltung der Schwellspannungsschalter jedoch so ausgeführt wurde, daß ihre Ansprechschwelle mit steigender Temperatur sank, konnte eine gute Temperaturkompensation erzielt werden. Diese Kompensation wirkte sich positiv auf die Schaltgenauigkeit der Anordnung aus, die bei 0,5 % der gesamten Zeitspanne lag.

Erfindungsanspruch

1. Coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung, bestehend in an sich bekannter Weise aus einer Quecksilbersäule in einer Kapillare mit einem Einschluß aus einem wäßrigen Elektrolyt, gekennzeichnet dadurch, daß seitlich in die Quecksilbersäule einreihig Elektroden hineinragen, deren Breite kleiner ist als die Länge des elektrolytischen Einschlusses.
2. Coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung gemäß Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Kapillare durch eine Sandwichanordnung von mindestens zwei Plättchen gebildet wird, die im Inneren eine rillenartige Vertiefung enthalten.
3. Coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung gemäß Punkt 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Schwellspannungsschalter temperaturabhängig sind.
4. Coulometrische Anordnung mit Schwellspannungsschaltung gemäß Punkt 2 und 3, gekennzeichnet dadurch, daß die Leiterbahnen, Kontakte und Widerstände als leitende Schichten auf mindestens einem der Plättchen aufgebracht werden, das gleichzeitig die Schwellspannungsschalter als unverkappte Festkörperschaltkreise trägt, die zusammen mit den anderen Elementen einen Hybridschaltkreis bilden.

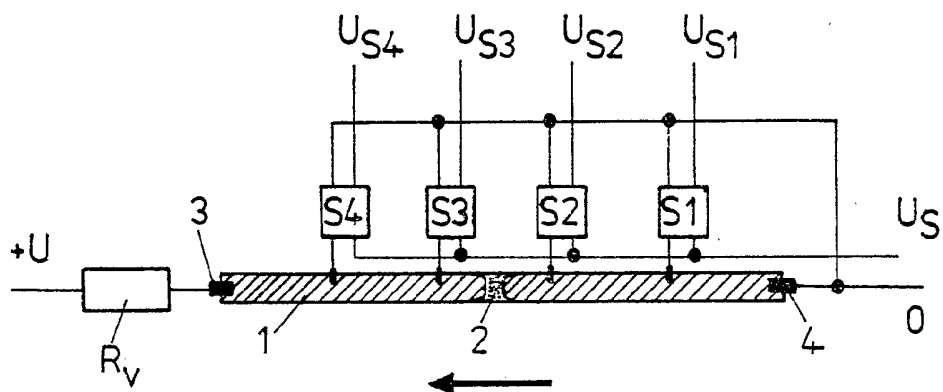


Fig. 1

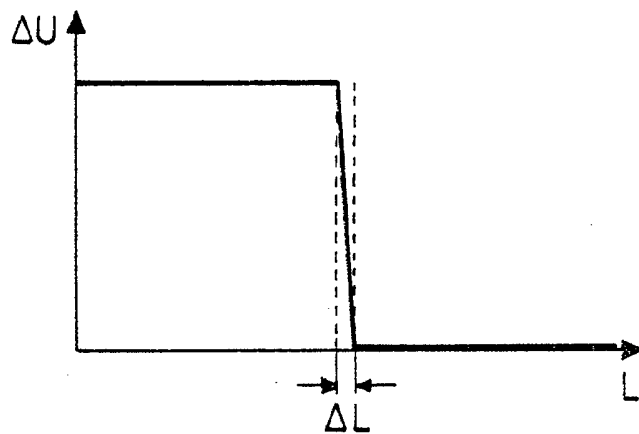


Fig. 2

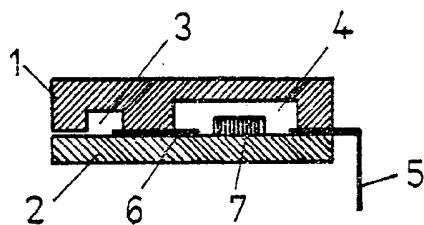


Fig. 3