

**POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA**



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

# **OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO**

**73042**

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 21.12.1971 (P. 152368)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 30.05.1973

Opis patentowy opublikowano: 30.12.1974

Kl. 42b,12/03

MKP G01b 7/06

**CZYTELNIA**

Urzędu Patentowego  
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

**Twórca wynalazku:** Witold Tomaszewski

**Uprawniony z patentu tymczasowego:** Zjednoczone Zakłady Urządzeń  
Jądrowych „Polon”, Warszawa (Polska)

## **Układ do termoelektrycznego pomiaru grubości powłok galwanicznych, zwłaszcza niklowych**

1

Przedmiotem wynalazku jest układ do termoelektrycznego pomiaru grubości powłok galwanicznych, zwłaszcza niklowych, przeznaczony do stosowania w urządzeniach pomiarowych typu laboratoryjno-przemysłowego.

Urządzenie pomiarowe z układem elektrycznym według wynalazku umożliwia praktyczne wykorzystanie znanego sposobu określania grubości powłok galwanicznych w oparciu o metodę termoelektryczną.

Znanym urządzeniem tego typu jest miernik będący przedmiotem opisu patentowego angielskiego nr 768448. Układ elektryczny tego urządzenia odbiega znacznie od układu będącego przedmiotem wynalazku i nie jest w stanie zapewnić odpowiednich własności metrologicznych całego urządzenia jako przyrządu pomiarowego o znaczeniu praktycznym.

Ponadto obecność dwóch czujników pomiarowych o różnym rozwiązaniu konstrukcyjnym, wymagających jednoczesnego stosowania, powoduje niedogodności w wykonywaniu pomiaru i w znaczny sposób ogranicza możliwość stosowania tego urządzenia, szczególnie przy pomiarach dokonywanych na małych powierzchniach. Zasadnicze wady tego urządzenia wynikają z braku możliwości odpowiedniego wzmocnienia sygnału pomiarowego, wynikającej z prostoty układu oraz z niedogodności w ustaleniu zakresów pomiarowych za pomocą posiadanych organów regulacyjnych.

Inne urządzenie, którego działanie opiera się na

2

wykorzystaniu metody termoelektrycznej i przeznaczone jest do pomiaru grubości powłok galwanicznych, przedstawione jest w publikacji P.M. Reynolds'a pt. „Non — destructive method of gauging electrodeposited nickel layers” — Journal of Scientific Instruments, vol. 38, August 1961.

Urządzenie to charakteryzuje się zastosowaniem tylko jednego czujnika pomiarowego, współpracującego z odpowiednim układem elektrycznym, którego działanie eliminuje konieczność stosowania drugiego czujnika i pozwala na uzyskanie wymaganego wzmocnienia sygnału mierzonego. Odczytu wartości mierzonej dokonuje się na mierniku elektrycznym, znajdującym się na końcu toru pomiarowego i wyskalowanym w oparciu o wskazania używane dla wzorców grubości powłoki niklowej. Ogólny układ elektryczny tego urządzenia posiada wyższą koncepcyjną nad rozwiązaniem według opisu patentowego angielskiego nr 768448, ale miernik oparty na tym układzie w dużej mierze jest podatny na wpływ takich czynników zakłócających jak zmiany temperatury, zmiany współczynnika wzmocnienia, nieliniowość toru wzmacniacza oraz zmiany napięcie zasilania mimo, że mamy w nim do czynienia z wysokostabilnymi źródłami napięć stałych.

Znany jest również wynalazek będący przedmiotem opisu patentowego polskiego nr 63943. W układzie według tego wynalazku, kompensację przeprowadza się w jednym z ostatnich członów urządze-

nia pomiarowego, co wprowadzić nie wymaga stosowania źródeł napięcia stałego o wysokiej stabilności, ale ma tę podstawową wadę, że odbywa się to przy dużym poziomie właściwego sygnału i dużych napięciach pochodzących od przebiegów niepożądanych, co pociąga za sobą potrzebę częstych manipulacji pokrętlami oraz daje stosunkowo duże uchyby. Dodatkową niedogodnością tego układu jest zastosowanie przetwornika mechaniczno-elektrycznego do przekształcania stałego sygnału otrzymywanego z czujnika. Układ ten miał swoją praktyczną zaletę w tym, że umożliwiał budowę przyrządów pomiarowych, gdy nie były jeszcze rozpracowane źródła napięcia stałego o wysokiej dokładności.

Biorąc powyższe pod uwagę, należy stwierdzić, że znane dotychczas przyrządy do pomiaru grubości powłok galwanicznych i ich układy pomiarowe miały każdy z nich innego rodzaju wady, które w praktyce czyniły te przyrządy nieprzydatnymi w przemyśle.

Celem wynalazku jest usunięcie wymienionych wyżej wad i niedogodności oraz dalszy postęp w stanie techniki pomiarowej w dziedzinie zastosowania metody termoelektrycznej do pomiaru grubości powłok galwanicznych przez opracowanie takiego układu, który by umożliwiał określanie grubości różnorodnych powłok nałożonych zarówno na podłożu magnetycznym jak i niemagnetycznym w sposób wygodny w warunkach eksploatacyjnych przyjętych dla urządzeń typu laboratoryjno-przemysłowego, ze stabilnością pozwalającą na wzorcowanie w odstępach czasu minimum co trzy godziny, oraz bez naruszenia powłoki galwanicznej w miejscu pomiaru.

Powyższy cel został osiągnięty poprzez opracowanie układu pomiarowego złożonego ze znanych członów połączonych w określonej kolejności i składającego się z czujnika termoelektrycznego, mostka kompensacyjnego, modulatora, wzmacniacza oraz demodulatora, przy czym pomiędzy modulator i demodulator podłączony jest generator kluczujący. Na końcu tego układu występuje miernik elektryczny włączony w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego, uzyskiwanego na rezystorze umieszczonym pomiędzy mostkiem kompensacyjnym a modulatorem. Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego obejmuje modulator, wzmacniacz i demodulator. Układ ten wyposażony jest w elementy regulacyjne oraz zasilacze, przy czym organy regulujące kompensacji i zerowania zasilane są z jednego i tego samego stabilizowanego źródła napięcia odniesienia.

Techniczno-użytkowe zalety wynalazku polegają na umożliwieniu budowy — w oparciu o wynalazek — urządzenia pomiarowego typu laboratoryjno-przemysłowego, realizującego w sposób praktyczny i dogodny w określonych warunkach eksploatacyjnych stosowanie termoelektrycznej metody pomiaru grubości powłok galwanicznych. Te techniczno-użytkowe zalety wynalazku wynikają przede wszystkim z określonej konfiguracji układowej.

Umieszczenie układu kompensacji tuż za czujnikiem, czyli na wejściu toru pomiarowego, stwarza tę dogodność, że następuje tu już kompensacja napięcia pochodzącego od płytki wzorcowej podkładu i w dalszych stopniach ma się do czynienia tylko z sygnałem odpowiadającym grubości powłoki na-

niesionej na wymieniony podkład, co pozwala na właściwe wykorzystanie dalszych stopni układu tylko do wzmacniania pożądanego sygnału. Wymaga to wprowadzić stosowania zasilacza wysokostabilnego, ale te z rozwojem techniki zostały rozpracowane teoretycznie i praktycznie. W układzie według wynalazku zastosowano wzmacniacz z przetwarzaniem rozróżniający fazę sygnału, składający się z modulatora, wzmacniacza, demodulatora i generatora, co ma tę zaletę w porównaniu ze znanymi dotychczas układami, że umożliwia eliminację przetwornika mechanicznego, który to przetwornik ustępuje swymi właściwościami przetwornikowi elektronowemu.

Najważniejszą zaletą jednak przedmiotowego wynalazku jest to, że zastosowano w nim ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące pętlą w zasadzie cały układ począwszy od miernika wyjściowego poprzez modulator, wzmacniacz i demodulator, które wpływa stabilizująco na pomiar mierzonej wielkości, co eliminuje lub w istotny sposób zmniejsza wpływ takich czynników zakłócających pomiar jak: zmiany temperatury, zmiany współczynnika wzmocnienia, zmiany napięcia zasilania, nieliniowości toru wzmacniacza, dryf zera modulatora i demodulatora itp., a co wynika z ogólnej teorii sprzężenia zwrotnego. W praktyce pomiarowej objawia się to znacznym wydłużeniem przedziału czasu między kolejnymi kalibracjami przyrządu oraz powiększeniem dokładności wskazań przyrządu. Dzięki przedmiotowemu rozwiązaniu układu jak w wynalazku, stało się również możliwym zasilanie organów regulacyjnych kompensacji i zerowania z jednego stabilizowanego źródła napięcia odniesienia, co ma tę zaletę nad innymi rozwiązaniami, że do tego celu wystarczy tylko jedno źródło zasilania. Ponadto zastosowane w układzie według wynalazku człony elektroniki są typowe dla układów spotykanych w automatyce, co stwarza przesłanki do unifikacji i normalizacji aparatury pomiarowej.

Przedmiot wynalazku uwidoczniiony jest w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy, a fig. 2 — schemat ideowy.

Układ blokowy przedstawiony na fig. 1 stanowi: czujnik termoelektryczny **C**, mostek kompensacyjny **K**, rezystor sprzężenia zwrotnego **R**, modulator **M**, wzmacniacz **W**, demodulator **D**, generator **G**, miernik elektryczny **E** w pętli sprzężenia zwrotnego oraz zasilacz **Z**. W układzie według wynalazku czujnik termoelektryczny ma za zadanie odebrać sygnał pomiarowy, powstały w momencie gdy do powłoki galwanicznej zostaje przyłożona sonda pomiarowa, zakończona specjalną elektrodą grzejną o ustalonej temperaturze.

Wówczas to pomiędzy metalem podłoża i powłoką wytwarza się różnica potencjałów, której wartość zależy od grubości tej powłoki galwanicznej. Zjawisko to polega na powstawaniu termoogniwa utworzonego z metalu podłoża oraz powłoki. Ponieważ temperatura na styku powłoka-podłoże zależy od grubości warstwy powłoki znajdującej się pod elektrodą grzejną, stąd też wytworzona siła termoelektryczna jest również odpowiednio funkcją tej grubości. Wartość wytworzonej w czasie pomiaru siły

termoelektrycznej mierzona jest za pomocą układu elektronicznego, składającego się z mostka kompensacyjnego **K**, rezystora sprzężenia zwrotnego **R**, modulatora **M**, wzmacniacza **W**, demodulatora **D**, generatora **G**, miernika elektrycznego **E** i zasilacza **Z**.

Mostek kompensacyjny **K** służy do kompensacji składowej sygnału, pochodzącej od podkładu powłoki, a rezystor **R** służy do uzyskania ujemnego sprzężenia zwrotnego prądowego podawanego na wejście układu w szereg z napięciem wejściowym. Zadaniem modulatora **M** jest zamiana napięcia stałego reprezentującego sygnał otrzymany z czujnika na napięcie zmienne i podanie go do wzmacniacza **W**. Po wzmocnieniu we wzmacniaczu **W** sygnał przemieniony w demodulatorze **D**, zostaje przekształcony z powrotem na napięcie stałe proporcjonalne do napięcia wejściowego, w takt kluczującego napięcia prostokątnego z multiwibratorowego generatora **G**. Miernik **E** umieszczony na końcu toru pomiarowego i włączony w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego wskazuje wynik pomiaru. Cały układ jest zasilany z zasilacza **Z**.

Układ ideowy według wynalazku pokazany na fig. 2 stanowią: czujnik termoelektryczny **C**, którego zasadnicze elementy są uwidocznione w postaci centralnej elektrody **e**, oraz elektrycznego grzejnika **g**. Złącze **z** służy do połączenia czujnika **C** z pozostałymi elementami układu. Elementy **R<sub>1</sub>** i **R<sub>2</sub>** w mostku kompensacyjnym **K** służą odpowiednio do kompensacji i zerowania układu pomiarowego. Rezystor **R** służy do uzyskania ujemnego sprzężenia zwrotnego, przy czym przez jego regulację osiąga się zmianę zakresu pomiarowego.

Modulator **M** jest kluczowany impulsami prostokątnymi z multiwibratora **G**. Trójstopniowy wzmacniacz napięcia zmiennego zakończony wtórnikami emiterowym daje wzmocnienie rzędu  $10^4$  V/V. Demodulator **D** kluczowany jest impulsami z tego samego generatora **G**, co modulator **M** i zakończony jest on miernikiem prądu **E** włączonym w gałąź ujemnego sprzężenia zwrotnego.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ do termoelektrycznego pomiaru grubości powłok galwanicznych, zwłaszcza niklowych, zawierający czujnik termoelektryczny z podgrzewaną centralną elektrodą kontaktową, **znamienny tym**, że stanowi w podanej kolejności szeregowe połączenie czujnika termoelektrycznego (**C**), mostka kompensacyjnego (**K**), modulatora (**M**), wzmacniacza (**W**), demodulatora (**D**), przy czym pomiędzy modulator (**M**) i demodulator (**D**) podłączony jest kluczujący je przebiegiem impulsowym generator (**G**), oraz miernika elektrycznego (**E**) włączonego w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego uzyskiwanego na rezystorze (**R**), umieszczonym pomiędzy mostkiem kompensacyjnym (**K**) a modulatorem (**M**) i obejmującej wymieniony już modulator (**M**), wzmacniacz (**W**) i demodulator (**D**).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że posiada organy regulujące kompensacji (**R1**) i zerowania (**R2**) zasilane z jednego stabilizowanego źródła napięcia odniesienia.

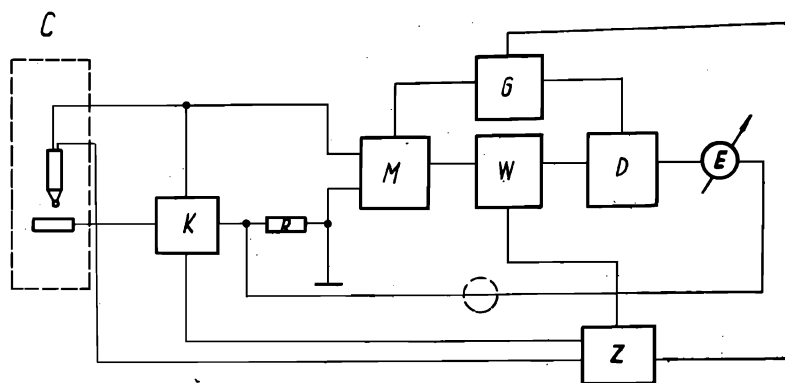


Fig. 1.

