

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

64 840

Patent dodatkowy
do patentu _____

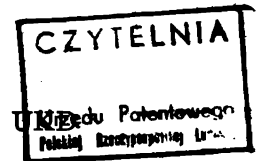
Zgłoszono: 05.X.1968 (P 129 394)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10.II.1972

Kl. 42 b, 11

MKP G 01 b, 7/06



Współtwórcy wynalazku: Stanisław Stuchły, Jerzy Kaliński, Maria Rzepecka

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Zakład Doświadczalny Budowy Aparatury Naukowej UNIPAN), Warszawa (Polska)

Sposób automatycznego równoważenia mostka mikrofalowego w mikrofalowych miernikach grubości blachy i urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób automatycznego równoważenia mostka mikrofalowego w mikrofalowych miernikach grubości blachy, w którym jako sygnał korekcyjny wykorzystano sygnał powstający na wyjściu detektora mikrofalowego w wyniku wprowadzenia modulacji fazy w gałęzi kompensacyjnej mostka mikrofalowego, amplituda i faza tego sygnału zależą od stanu zrównoważenia tego mostka, i urządzenie do stosowania tego sposobu, w którym sygnał korekcyjny wykorzystuje się do automatycznego równoważenia mostka.

W literaturze patentowej opisany jest sposób ciągłego i bezstykowego pomiaru grubości blachy polegający na wykorzystaniu zależności częstotliwości rezonansowej rezonatora utworzonego z odcinka przewodnicy falowej, którego zakończenia stanowią powierzchnię badanej blachy, od grubości tej blachy, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu, w którym mierzy się częstotliwość rezonansową tego rezonatora. Do pomiaru tej częstotliwości rezonansowej wykorzystuje się właściwości mostka mikrofalowego, w którego jednej z gałęzi kolinearnych znajduje się rezonator pomiarowy, a w drugiej układ kompensacyjny, którym może być rezonator o identycznych właściwościach termicznych i elektrycznych.

Sposób ten spełnia w zasadzie wszystkie wymagania stawiane przy ciągłych i bezstykowych pomiarach grubości blachy, wymaga jednak zachowania

2

dużej stałości mocy i częstotliwości generatora mikrofalowego, jak również dużej stałości czułości detektora mikrofalowego, co jest w praktyce bardzo trudne do osiągnięcia a czasami jak np. w przypadku pomiarów bardzo cienkich blach nawet niemożliwe. Niestalałość mocy i częstotliwości generatora i czułości detektora mikrofalowego powoduje pełzanie zera miernika grubości.

Celem wynalazku jest dalsze usprawnienie pomiaru i kontroli grubości blachy metalowej w procesie jej walcowania oraz rozszerzenie zakresu pomiarowego przy równoczesnym uniezależnieniu wyniku pomiaru od zmian mocy i częstotliwości generatora jak również czułości detektora mikrofalowego, co w szerokim zakresie uniezależnia wyniki pomiarów od zmian napięcia sieci, czasu i czynników środowiskowych.

Cel ten został osiągnięty przez zastosowanie układu kompensacyjnego w mostku mikrofalowym służącym do pomiaru częstotliwości rezonansowej rezonatora pomiarowego w mikrofalowym mierniku grubości blachy. Jako sygnał korekcyjny do kompensacji mostka wykorzystano sygnał, który powstaje na wyjściu detektora mikrofalowego w mostku w wyniku wprowadzenia modulacji fazy w gałęzi kompensacyjnej tego mostka. Sygnał ten steruje położeniem ruchomego zwieracza mikrofalowego w taki sposób, że mostek stale znajduje się w równowadze. Grubość mierzonej blachy metalowej odczytuje się wprost z położenia odpowied-

nio wywzorcowanego ruchomego zwieracza mikrofalowego.

Korzyści techniczne, wynikające z zastosowania wynalazku, polegają na znacznym zwiększeniu dokładności wykonywania pomiarów grubości blachy miernikiem mikrofalowym, zmniejszeniu pełzania położenia zerowego w funkcji napięć zasilających, czasu i czynników środowiskowych, rozszerzeniu zakresu pomiarowego. Ponadto w wyniku zastosowania wynalazku można obniżyć wymagania techniczne na układy elektroniczne mikrofalowego miernika grubości blachy co przyczynia się do obniżenia ceny miernika.

Przykład wykonania urządzenia według wynalazku jest przedstawiony na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia uproszczony schemat układu, fig. 2 — charakterystykę statyczną mostka mikrofalowego z nałożoną modulacją fazy w gałęzi kompensacyjnej, fig. 3 — zależność sygnału zmiennego na wyjściu detektora w mostku mikrofalowym z modulacją fazy od długości jednej z gałęzi kolinearnych tego mostka, zaś fig. 4 przedstawia uproszczony schemat blokowy przykładu urządzenia do stosowania sposobu równoważenia według wynalazku w mikrofalowym mierniku grubości blachy.

Na fig. 1 pokazano uproszczony ideowy schemat układu mostka mikrofalowego, który składa się z generatora mikrofalowego 1, dopasowanego czterowrotnika 2, zwieracza ruchomego z modulującym fazowo elementem 3, rezonatora pomiarowego z badaną blachą 4, detektora mikrofalowego 5 oraz wzmacniacza pomiarowego 6, z którego wyjścia jest sterowane położenie zwieracza ruchomego 3, natomiast na fig. 2 pokazano zależność sygnału U_w na wyjściu detektora mikrofalowego od różnicy długości kolinearnych ramion mostka wyrażoną w długościach fali d/λ g.

Zmiana długości jednego z ramion mostka jest w mikrofalowym mierniku grubości blachy równoważna zmianie grubości mierzonej blachy. Jeśli do jednego z ramion kolinearnych mostka wprowadzi się dodatkowo modulację fazy z częstotliwością akustyczną, to jak to pokazano na fig. 2 na wyjściu detektora mikrofalowego pojawi się sygnał o częstotliwości modulacji, którego amplituda jest zależna od nachylenia charakterystyki mostka a więc od odstrojenia mostka, natomiast faza tego sygnału jest zależna od tego po której stronie punktu minimalnego sygnału znajduje się aktualny punkt pracy mostka.

Na fig. 3 pokazano zdjętą doświadczalnie zależność sygnału zmiennego U_w na wyjściu detektora mostka mikrofalowego z wprowadzoną modulacją fazy w jednej z gałęzi kolinearnych. Zależność ta wskazuje, że sygnał ten może być wykorzystany jako sygnał błędny do automatycznego równoważenia mostka mikrofalowego, gdyż w pewnym zakresie bardzo silnie zależy od nierównowagi mostka (różnicy długości gałęzi kolinearnych) i zmienia fazę przy przejściu z jednej gałęzi charakterystyki mostka na drugą.

Fig. 4 przedstawia uproszczony schemat blokowy urządzenia do stosowania sposobu automatycznego równoważenia mostka mikrofalowego według

wynalazku. Sygnał mikrofalowy fali ciągłej dostarczany z generatora 7 dzieli się w dopasowanym czterowrotniku 8 na dwa sygnały, z których jeden zasila rezonator pomiarowy 9 zawierający badaną blachę 10 znajdujący się w jednej gałęzi, zaś drugi zasila rezonator kompensacyjny 11 zakończony na jednym końcu elektromechanicznym modulatorem fazy zmiana długości rezonatora 12, a na drugim ruchomym zwieraczem 13.

W ten sposób do dopasowanego czterowrotnika 8 dochodzą dwa sygnały odbite, jeden od rezonatora pomiarowego, którego faza zależy od grubości mierzonej blachy, a drugi odbity od rezonatora kompensacyjnego, którego faza zależy od położenia ruchomego zwieracza 13. Sygnał mikrofalowy powstały w wyniku wektorowego dodania się tych dwu sygnałów odbitych a zależny od stanu nierównowagi mostka mikrofalowego przechodzi do czwartych wrót czterowrotnika stanowiących jego wyjście. Do tych wrót wyjściowych dołączony jest detektor mikrofalowy 14, na wyjściu którego znajduje się wzmacniacz pomiarowy 15 sterujący dwufazowy silnik asynchroniczny (DSA) 16 sprzężony mechanicznie z ruchomym zwieraczem 13.

Utworzony w ten sposób układ sprzężenia zwrotnego dąży do ustalenia stanu równowagi mostka mikrofalowego przez zmianę położenia zwieracza ruchomego 13. W stanie równowagi mostka położenie zwieracza ruchomego 13 jest wprost miarą grubości mierzonej blachy 10 umieszczonej w rezonatorze pomiarowym 9. Położenie zwieracza ruchomego 13 jest przenoszone za pomocą złącza selsynowego składającego się z selsynu nadawczego 17 i selsynu odbiorczego 18, na wskaźnik 19 służący do odczytu grubości mierzonej blachy 10. Sygnał wyjściowy z selsynu nadawczego 17 może być również wykorzystany do automatycznego sterowania procesem walcowania.

Opisany sposób i układ automatycznego równoważenia mostka mikrofalowego w mikrofalowych miernikach grubości blachy pozwalają na znaczne uproszczenia układowe i obniżenie kosztów budowy miernika przy równoczesnym poważnym podniesieniu niezawodności działania, a to w wyniku uniezależnienia wskazań miernika od zmian mocy i częstotliwości generatora mikrofalowego, jak również czułości i charakterystyki detektora mikrofalowego.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób automatycznego równoważenia mostka mikrofalowego w mikrofalowych miernikach grubości blachy, w którym zmiany impedancji wejściowej rezonatora pomiarowego wywołane zmianami grubości mierzonej blachy są kompensowane odpowiednimi zmianami impedancji wejściowej gałęzi kompensującej mostka mikrofalowego, **znamienny tym**, że w celu uzyskania sygnału sterującego zmianami impedancji wejściowej gałęzi kompensującej mostka przeprowadza się dodatkową modulację fazy w rezonatorze pomiarowym, bądź w gałęzi kompensującej mostka.

2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że

modulację fazy uzyskuje się przez zmianę długości elektrycznej gałęzi kompensującej mostka.

3. Sposób według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że modulacja fazy odbywa się z częstotliwością akustyczną.

4. Układ do stosowania sposobu według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że zawiera generator mikrofalowy (1) zasilający ciągłym sygnałem mikrofalowym dopasowany czterowrotnik mikrofalowy (2), do którego jednych wrót kolinearnych dołączony jest jednowrotnik o zmiennej impedancji wejściowej z modulatorem fazy (3) odbijający energię mikrofalową oraz rezonator pomiarowy z badaną blachą do drugich wrót, dalej detektor mikrofalowy (5) dołączony do czwartych wrót czterowrotnika, do którego dochodzi sygnał mikrofalowy będący sumą wektorową sygnałów odbitych od dwuwrotnika mikrofalowego o zmiennej impedancji wejściowej i od rezonatora pomiarowego zawierającego badaną blachę; dalej umieszczonego na wyjściu detektora wzmacniacza pomiarowego z wyróżnikiem fazowym (6), którego sygnał wyjściowy steruje zmianami impedancji wejściowej dwuwrotnika o zmiennej impedancji wejściowej w taki sposób, że układ dąży do ustalenia stanu równo-

wagi mostka mikrofalowego, przy której miarą grubości badanej blachy jest impedancja wejściowa dwuwrotnika mikrofalowego o zmiennej impedancji wejściowej.

5. Układ według zastrz. 4 **znamienny tym**, że dwuwrotnikiem o zmiennej impedancji wejściowej jest przestrojony rezonator kompensacyjny o identycznych właściwościach elektrycznych i termicznych jak rezonator pomiarowy, w którym zmiana impedancji wejściowej uzyskiwana jest przez zmianę długości tego rezonatora kompensacyjnego za pomocą ruchomego zwieracza, natomiast modulację fazy uzyskuje się w układzie elektromechanicznym.

6. Układ według zastrz. 4 i 5 **znamienny tym**, że położeniem zwieracza ruchomego w rezonatorze kompensacyjnym steruje sygnał wyjściowy wzmacniacza pomiarowego za pomocą układu elektromagnetycznego.

7. Układ według zastrz. 4—6 **znamienny tym**, że położenie zwieracza ruchomego w warunkach równowagi mostka będące miarą grubości mierzonej blachy jest przekazywane na wskaźnik grubości za pomocą łączy elektromechanicznego, oraz jest wykorzystywane do sterowania procesem walcowania mierzonej blachy.

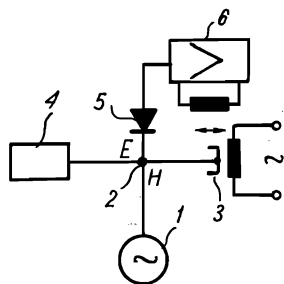


Fig. 1

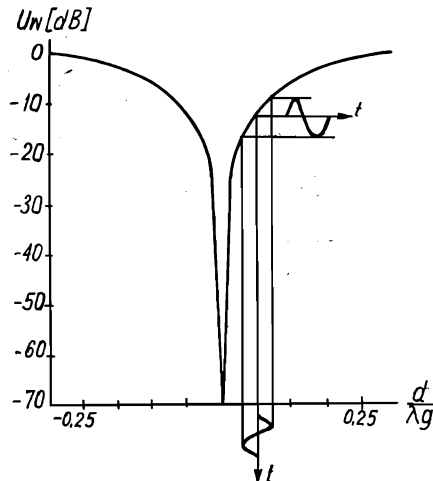


Fig. 2

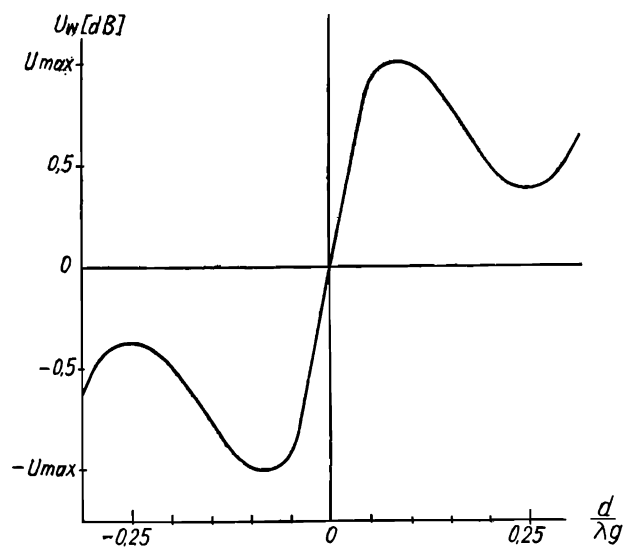


Fig. 3

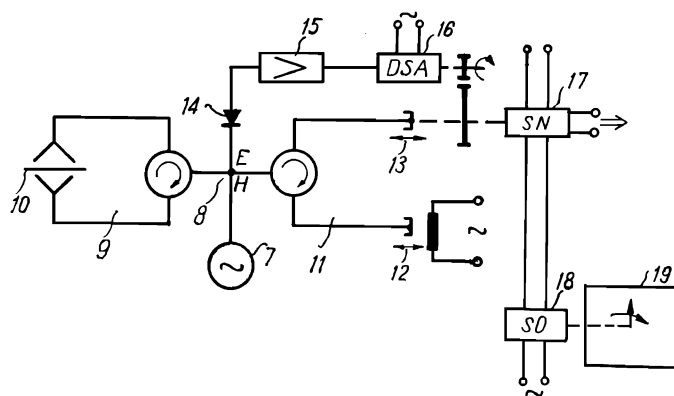


Fig. 4