

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY 129 244

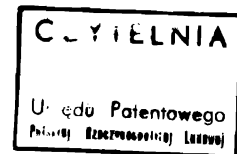
Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 80 04 30 /P.223945/

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 81 11 13

Opis patentowy opublikowano: 1985 08 30



Int. Cl.³ G01R 29/22

Twórca wynalazku: Marek Wójcicki

Uprawniony z patentu: Instytut Tele- i Radiotechniczny, Warszawa /Polska/

SPOSÓB POMIARU PARAMETRÓW REZONATORÓW PIEZOELEKTRYCZNYCH

Wynalazek dotyczy sposobu pomiaru parametrów rezonatorów piezoelektrycznych.

Znany jest sposób pomiaru podstawowych parametrów rezonatorów piezoelektrycznych, to znaczy częstotliwości charakterystycznej i odpowiadającej jej rezystancji strat, polegający na określeniu częstotliwości, przy której rezystancyjny czwórnik transmisyjny, z rezonatorem dołączonym do jednej z gałęzi, nie przesuwają fazy sygnału pomiarowego. Jest to tzw. częstotliwość rezonansowa, przy której rezonator przedstawia sobą jedynie rezystancję o wartości wynikającej jednoznacznie z wprowadzanego przez czwórnik tłumienia sygnału pomiarowego.

W zakresie wyższych częstotliwości pomiarowych pojawia się wzrost bocznikującego oddziaływania pojemności równoległej rezonatora. Począwszy od pewnej częstotliwości przestaje istnieć częstotliwość rezonansowa tzn. rezonator dla żadnej częstotliwości nie jest dwójnikiem czysto-rezystancyjnym. W związku z tym, dla umożliwienia w omawianym zakresie częstotliwości wykorzystania metody transmisyjnej z kryterium fazowym, stosuje się kompensację pojemności równoległej, poprzedzając właściwy pomiar. Kompensacja taka, ze względu na znaczny rozrzut pojemności równoległej i szeroki zakres częstotliwości produkowanych rezonatorów piezoelektrycznych wielkiej częstotliwości musi być z reguły przeprowadzana indywidualnie dla każdego rezonatora. Powoduje to dodatkową komplikację procedury pomiarowej oraz obciąża dokładność pomiaru błędem kompensacji pojemności równoległej.

W zakresie częstotliwości, w którym nie istnieje częstotliwość rezonansowa rezonatora, stosowane są także metody transmisyjne z kryterium amplitudowym, w których określa się inną częstotliwość charakterystyczną a mianowicie częstotliwość odpowiadającą ekstremum tłumienia rezystorowego czwórnika pomiarowego z rezonatorem dołączonym do jednej z gałęzi czwórnika. Sposób ten ma jednak szereg mankamentów, z których najistotniejsze to mniejsza od metody z kryterium fazowym czułość i dokładność pomiaru oraz trudność w ewentualnej automatyzacji stanowiska pomiarowego.

Dla usunięcia wyżej opisanych niedogodności opracowano prosty i dokładny sposób pomiaru podstawowych parametrów rezonatorów piezoelektrycznych wielkiej częstotliwości w szerokim zakresie częstotliwości.

Sposób według wynalazku umożliwia określenie charakterystycznej częstotliwości rezonatora i odpowiadającej jej konduktancji strat. Polega on na pomiarze współczynnika odbicia w płaszczyźnie dołączenia badanego rezonatora do dwuprzewodowej, najlepiej koncentrycznej linii pomiarowej. Pomiar składa się z dwu faz. W pierwszej z nich doprowadza się częstotliwość sygnału zasilającego linię pomiarową do wartości leżącej w pobliżu lecz poniżej obszaru rezonansowego i określa się dla tej częstotliwości wartość kąta fazowego współczynnika odbicia. W drugiej fazie pomiaru przestraża się częstotliwość sygnału pomiarowego, w ramach obszaru rezonansowego i doprowadza wartości kąta fazowego współczynnika odbicia do wartości równej lub przesuniętej o 180° w stosunku do wartości kąta fazowego określonego w fazie pierwszej. Towarzyszy temu minimum modułu współczynnika odbicia. Mierzona jest częstotliwość sygnału pomiarowego, równa w tym przypadku charakterystycznej częstotliwości rezonatora, oraz wartość modułu współczynnika na podstawie którego oblicza się równoważną konduktancję strat rezonatora.

Sposób według wynalazku cechuje nieskomplikowana procedura pomiarowa. Dzięki zastosowaniu mikrofalowej techniki pomiarowej uzyskano możliwość bardzo dokładnej kalibracji stanowiska pomiarowego za pomocą koncentrycznych wzorców admitancji dołączanych w miejsce badanego rezonatora, co w konsekwencji prowadzi do wysokiej granicznej dokładności pomiaru. Przykładowo, biorąc pod uwagę parametry wzorców admitancji aktualnie dostępnych na świecie, uzyskuje się w paśmie częstotliwości od 100 do 250 MHz graniczną dokładność pomiaru częstotliwości rzędu kilka razy 10^{-7} i odpowiadającej jej konduktancji strat kilku procent.

Sposób według wynalazku cechuje wysoka czułość pomiaru tak częstotliwości charakterystycznej jak konduktancji strat, w większości przypadków kilkakrotnie wyższa niż stosowanych metod transmisyjnych.

Wykorzystanie w prezentowanym sposobie kryterium fazowego umożliwia automatyzację pomiaru częstotliwości. Fakt iż kryterium fazowemu towarzyszy kryterium amplitudowe - ekstremum modułu współczynnika odbicia - umożliwia wykorzystanie w praktycznych pomiarach również kryterium amplitudowego, na przykład w uproszczonych stanowiskach wykorzystujących jedynie pomiar modułu współczynnika odbicia bądź związanego z nim współczynnika fali stojącej.

Sposób według wynalazku umożliwia również dokładne wyznaczenie częstotliwości rezonansu szeregowego i konduktancji dynamicznej badanego rezonatora. Istnieją bowiem proste ścisłe zależności wiążące częstotliwość mierzoną prezentowaną metodą f_r oraz odpowiadającą jej

konduktancję charakterystyczną G_r z częstotliwością rezonansu szeregowego f_s i konduktancją dynamiczną rezonatora G_1

$$\frac{f_r - f_s}{f_s} = \frac{1}{2Q} \cdot \frac{B_0 G_1}{Y_0^2 + B_0^2}$$

$$G_r = \frac{G_1}{1 + \left(\frac{B_0 G_1}{Y_0^2 + B_0^2} \right)^2}$$

gdzie: B_0 - susceptancja pojemności równoległej rezonatora, G_1 - konduktancja dynamiczna rezonatora, Y_0 - admitancja charakterystyczna linii pomiarowej, Q - współczynnik dobroci rezonatora, f_s - częstotliwość rezonansu szeregowego, f_r - częstotliwość charakterystyczna rezonatora mierzona prezentowaną metodą, G_r - równoważna konduktancja strat rezonatora dla częstotliwości f_r .

Sposób według wynalazku objaśniono bliżej na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia częstotliwościową charakterystykę współczynnika odbicia w płaszczyźnie dołączenia rezonatora piezoelektrycznego do linii o admitancji charakterystycznej Y_0 , gdy faza współczynnika odbicia zgodna jest z fazą kalibracji, a fig. 2 - gdy faza współczynnika odbicia przesunięta jest w stosunku do fazy kalibracji o 180° .

Dla częstotliwości leżących nieco poniżej obszaru rezonansowego rezonator przedstawia sobą jedynie susceptancję pojemności równoległej i dołączony do linii pomiarowej powoduje powstanie współczynnika odbicia, którego moduł równy jest jedności a kąt fazowy równy jest φ_r . W tej sytuacji dokonuje się wstępnej kalibracji fazowej stanowiska. Następnie zwiększając częstotliwość sygnału pomiarowego doprowadza się do ponownego osiągnięcia fazy współczynnika odbicia φ_r zgodnej z fazą kalibracji φ_r . Fig. 1 lub przesuniętej w stosunku do niej o 180° Fig. 2.

Stanowi temu odpowiada mierzona częstotliwość charakterystyczna rezonatora f_r i minimalna wartość modułu współczynnika odbicia $|\Gamma|_{\min}$. Równoważna konduktancja strat G_r odpowiada częstotliwości f_r obliczana jest w oparciu o następującą zależność

$$G_r = \operatorname{Re} \left[Y_0 \cdot \frac{1 - |\Gamma|_{\min} e^{j\varphi_r}}{1 + |\Gamma|_{\min} e^{j\varphi_r}} \right]$$

gdzie: $|\Gamma|_{\min}$ - minimalna wartość modułu współczynnika odbicia, φ_r - kąt fazowy współczynnika odbicia dla częstotliwości mierzonej, Y_0 - admitancja charakterystyczna linii pomiarowej, G_r - równoważna konduktancja strat rezonatora na częstotliwości mierzonej, $\operatorname{Re} []$ - część rzeczywista wyrażenia w nawiasach.

Z a s t r z e ż e n i e p a t e n t o w e

Sposób pomiaru parametrów rezonatorów piezoelektrycznych wielkiej częstotliwości polegający na określeniu współczynnika odbicia w płaszczyźnie dołączenia rezonatora do dwu-

przewodowej najlepiej koncentrycznej linii pomiarowej, z n a m i e n n y t y m, że pomiar składa się z dwóch faz a mianowicie w pierwszej fazie doprowadza się częstotliwość sygnału zasilającego linię pomiarową do wartości leżącej w pobliżu lecz poniżej obszaru rezonansowego i określa się dla tej częstotliwości wartość kąta fazowego współczynnika odbicia (φ_{r_0}), w drugiej zaś fazie pomiaru przestawia się częstotliwość sygnału pomiarowego, w ramach obszaru rezonansowego, i doprowadza wartość kąta fazowego współczynnika odbicia do wartości (φ_r) równej lub przesuniętej o 180° w stosunku do wartości kąta fazowego (φ_{r_0}), określonego w fazie pierwszej, czemu towarzyszy minimum modułu współczynnika odbicia, a następnie mierzy się częstotliwość sygnału pomiarowego równą w tym przypadku charakterystycznej częstotliwości rezonatora (f_r) oraz wartość modułu współczynnika odbicia ($|\Gamma|_{\min}$), na podstawie którego oblicza się równoważną konduktancję strat rezonatora (G_r).

