



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 11.06.75 (P. 181131)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 18.12.76

Opis patentowy opublikowano: 20.10.1979

Int. Cl.²

G01R 29/22

G01R 23/07

H03B 5/32

Twórcy wynalazku: Józef Chełmoński, Bogdan Koczyński, Maurycy Siwa, Wiesław Szulc, Tadeusz Wróbel, Czesław Żurawski

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

Sposób polaryzacji elementu piezoelektrycznego, zwłaszcza do pomiaru częstotliwości drgań własnych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób polaryzacji elementu piezoelektrycznego, zwłaszcza do pomiaru częstotliwości drgań własnych. Sposób według wynalazku umożliwia dokładny pomiar częstotliwości rezonansowych elementu kwarcowego wykorzystujących drgania ścinania grubościowego jak na przykład AT, BT i inne w zastosowaniu do produkcji podzespołów kwarcowych jak rezonatory, ogniwa semimonolityczne itp.

Stosowane dotychczas sposoby polaryzacji mierzonego elementu oparte są na mechanicznym kontakcie elektrod metalowych z powierzchniami czynnymi tego elementu. Praktyczne rozwiązania polegają na ułożeniu elementu kwarcowego na elektrodzie metalowej o powierzchni dopasowanej swym kształtem do powierzchni elementu i przyściśnięcia go drugą elektrodą metalową o powierzchni również dopasowanej do drugiej powierzchni elementu, przy czym elektrody te są dołączane do elektrycznej części układu pomiarowego.

Element kwarcowy wraz z elektrodami stanowi dwójnik elektryczny posiadający dwie częstotliwości rezonansowe wywołane efektem piezoelektrycznym odwrotnym. Odmianą konstrukcyjną tego rozwiązania jest takie umieszczenie elementu pomiędzy elektrodami, aby powierzchnie czynne tego elementu oddzielone były od elektrod wąskimi szczelinami powietrznymi.

Częstotliwości rezonatorów mierzone przy tych

2

sposobach polaryzacji są częstotliwościami wynikowymi elementu bądź odciążonego mechanicznie elektrodami, bądź szeregowo włączonymi z nim pojemnościami tych szczelin i przez to silnie sprzężonego elektrycznie z układem pomiarowym, znacznie więc odbiegają od rzeczywistych wartości częstotliwości drgań własnych.

Na niezgodność tych częstotliwości składają się głównie takie czynniki jak zmiana średniej gęstości materiału piezoelektrycznego wywołana zewnętrznym działaniem mechanicznym. Zmiana parametrów zastępczego układu dwójnika przez wpływ szeregowo włączonych z elementem pojemności szczelin.

Względne przesunięcie częstotliwości rezonansowych określonych przy tych sposobach polaryzacji, w stosunku do faktycznych jest rzędu $200 \cdot 10^{-8}$. Pomiaru wykonane tymi sposobami cechuje przy tym duża wrażliwość na siły dociskające elektrody, zmiany szczeliny i dokładność lokalizacji obszaru wzbudzania drgań w elemencie. W praktyce czynniki te wpływają na niepowtarzalność pomiarów i ich duży rozrzut względny rzędu $50 \div 100 \cdot 10^{-5}$.

W odniesieniu do elementu kwarcowego liczby te są bardzo duże i wskazują zarówno na niedokładność pomiaru jak i na niedostateczną rozdzielność poszczególnych egzemplarzy w serii elementów. Wywieranie przy tym sił mechanicznych na element kwarcowy w czasie pomiaru

częstotliwości pogarsza dobroć elektryczną elementu, przez co krzywe rezonansowe spłaszczają się obniżając dodatkowo dokładność pomiaru, przy czym niekontrolowany rozkład naprężeń mechanicznych w elemencie zniekształca charakterystykę częstotliwościową elementu mierzonego. Wszystkie omówione wady sposobu pomiaru nie ustępują nawet przy daleko posuniętej precyzji wykonania konstrukcyjnego elektrod.

Znajomość częstotliwości własnej elementu kwarcowego jest punktem wyjściowym w procesie jego przygotowania technologicznego jak szlifowanie i trawienie i musi być kontrolowana po każdej fazie jego obróbki mechanicznej i chemicznej, aż do momentu uzyskania zamierzonej częstotliwości. Bezpośredni pomiar częstotliwości własnej elementu jest trudny, ponieważ element nie posiada jeszcze nałożonych elektrod metalicznych.

Celem wynalazku jest uniezależnienie pomiaru częstotliwości elementów piezoelektrycznych od szkodliwego wpływu mechanicznego nacisku elektrod na mierzony element bądź trudnej do kontrolowania pojemności szczelin. Dla osiągnięcia tego celu postawiono zagadnienie wskazania takiego sposobu polaryzacji mierzonego elementu, w którym przyczyny powodujące zmianę częstotliwości drgań własnych zostały by zredukowane do niezbędnego minimum.

Istota wynalazku dotycząca sposobu polaryzacji elementu w którym pomiędzy elektrodami pobudzającymi roztawionym wzdłuż przeciwnych krawędzi elementu jest umieszczony mierzony element polega na tym, że mierzony element ustawia się przeciwnymi krawędziami prostopadłymi do powierzchni czynnych pomiędzy elektrody pobudzające. Powierzchnie czynne elementu pozostawia się swobodne i element orientuje się w kierunku aż do uzyskania maksymalnego wskazania przyrządu.

Zaletą sposobu według wynalazku jest to, że powierzchnie czynne pozostają nie tłumione obecnością elektrod, a sprzężenie elektryczne elementu z elektrodami i układem pomiarowym zostaje w znacznym stopniu zmniejszone, dzięki czemu zmniejsza się wpływ układu pomiarowego na własności elektryczne elementu. Elektrody wykorzystuje się jako czynnik wsporczy. Przenikalność dielektryczna materiału piezoelektrycznego powoduje zwiększenie indukcji elektrycznej w przestrzeni między elektrodami, a przez to zwiększa jednorodność przenikającego pola przez cały element.

W układach pomiarowych wykorzystujących metodę bierną transmisyjną z kryterium amplitudowym, stosowanych dotychczas, gdzie efekt piezoelektryczny w elemencie dociskanym elektrodami do powierzchni czynnych występuje silnie, tłumienie sygnału transmitowanego z generatora poprzez ten dwójnik do wzmacniacza jest na ogół bardzo małe. Z tego względu wielkość wzmocnienia wzmacniacza w konwencjonalnym układzie pomiarowym ma znaczenie drugorzędne. Typowy dla takiego dwójnika przebieg impedancji w funkcji częstotliwości jest analogiczny jak dla rezonatora kwarcowego to znaczy zawiera składowe o reaktancji zerowej. Ten fakt pozwala przy zastosowa-

niu generacyjnego układu samowzbudnego wyznaczać częstotliwość drgań własnych dwójnika metodą aktywną.

Elektryczny układ pomiarowy przyłączony do dwójnika według wynalazku oparty jest na metodzie biernej transmisyjnej z kryterium amplitudowym. Układ ten składa się z przestrajanego generatora oraz wzmacniacza szerokopasmowego ze wskaźnikiem analogowym. Zestaw uzupełniony jest częstotliciemierzem cyfrowym. Dwójnik złożony z elementu kwarcowego i elektrod pobudzających włączony jest wzdłużnie pomiędzy wyjście generatora a wejście wzmacniacza. Wzmacniacz ma za zadanie skompensowanie bardzo dużego tłumienia sygnału generatora, jakie wprowadza dwójnik z zastosowanym sposobem polaryzacji elementu według wynalazku. W tym celu wzmacniacz musi posiadać duże wzmocnienie. W praktycznych układach pomiarowych, gdzie stosuje się generator o oporności wyjściowej 50Ω i wzmacniacz o oporności wejściowej 50Ω , dla otrzymania czytelnych wskazań przyrządu analogowego wzmocnienie napięciowe wzmacniacza jest rzędu 80 dB.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na załączonym rysunku perspektywicznym.

Na podstawie analizy stwierdzono, że charakter tego dwójnika jest równoważny dwójnikowi kwarcowemu z szeregowo włączoną bardzo małą i stałą dla różnych elementów pojemnością elektryczną. W miarę zmniejszania tej pojemności szybko zanika charakter indukcyjny dwójnika, a ekstrema odpowiadające maksimum i minimum impedancji zbliżają się do siebie na odległość graniczną zależną tylko od dobroci elementu kwarcowego, natomiast impedancja ma charakter złożony, rezystywny i pojemnościowy. Położenie punktów ekstremalnych na osi częstotliwości jest praktycznie stałe. Odstęp względny między punktami ekstremalnymi osiąga wartość rzędu $5 \cdot 10^{-5}$. Ponieważ częstotliwość teoretyczna rezonansu równoległego drgań własnych elementu leży pomiędzy wierzchołkami punktów ekstremalnych, maksymalny błąd jej wyznaczenia znajduje się w tym przedziale. Powtarzalność pomiaru jest wysoka i wynosi 10^{-5} .

Element kwarcowy 1 jest włożony swobodnie pomiędzy elektrody 2. Elektrody 2 nie wywierają nacisku mechanicznego na powierzchnie F czynne elementu 1. Elektrody jednocześnie podtrzymują element i wytwarzają pole elektryczne w płaszczyźnie XZ. Elektrody 2 mają kształt krawędzi elementu w kierunku osi elektrycznej X. Do elektrod 2 dołączone są doprowadzenia 3 za pomocą których dwójnik połączony jest z częścią elektryczną układu pomiarowego. Elektrody 2 wraz z doprowadzeniami 3 zamocowane są na podstawie 4 wykonanej z materiału dielektrycznego. Element kwarcowy 1 spoczywa swą dolną krawędzią na podstawie 4. Powierzchnie F czynne elementu 1 leżą w płaszczyźnie XZ' układu krystalograficznego, przy czym wektor E pobudzającego pola elektrycznego skierowany jest równoległe do osi X elementu 1.

5

Zastrzeżenie patentowe

Sposób polaryzacji elementu piezoelektrycznego, zwłaszcza do pomiaru częstotliwości drgań własnych, w którym pomiędzy elektrodami pobudzającymi rozstawionym wzdłuż przeciwnych krawędzi elementu jest umieszczony mierzony element,

6

znamienny tym, że mierzony element (1) ustawia się przeciwnymi krawędziami prostopadłymi do powierzchni czynnych (F) pomiędzy elektrody pobudzające (2), przy czym jego powierzchnie czynne (F) pozostawia się swobodne, zaś element orientuje się w kierunku, aż do uzyskania maksymalnego wskazania przyrządu.

