

Aleksander OPILSKI, Tadeusz PUSTELNY
Marian URBAŃCZYK

TEMPERATUROWY WSPÓŁCZYNNIK OPÓŹNIENIA
DLA MONOKRYSTAŁÓW $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ oraz $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$

Streszczenie. W pracy przedstawiono metodę pomiaru temperaturowego współczynnika opóźnienia, określającego termiczne właściwości układów akustoelektroniki. Zamieszczono, nie publikowane pomiary tego współczynnika dla tlenku bizmutowo-germanowego i tlenku bizmutowo-krzemowego.

1. Metoda pomiarowa

Do analizy i projektowania układów wykorzystujących efekt propagacji powierzchniowej fali Rayleigha konieczna jest znajomość podstawowych parametrów ośrodka piezoelektrycznego [1]. Współczesne układy elektroniczne wymagają dużej stabilności temperaturowej parametrów. Problem ten jest również niezwykle ważny w akustoelektronice, gdzie zmiany temperatury prowadzą do zmian częstotliwości środkowej, czasu opóźnienia, fazy przebiegu i zmiany tłumienia.

Wpływ temperatury na te parametry określa się ilościowo poprzez temperaturowy współczynnik opóźnienia sygnału γ_n :

$$\gamma_n = \frac{1}{v} \frac{\partial \tau}{\partial T} = \frac{1}{L} \frac{dL}{dT} - \frac{1}{v} \cdot \frac{dv}{dT}$$

$$\gamma_n = \gamma_L - \gamma_v$$

gdzie:

- τ - opóźnienie sygnału,
- v - prędkość fali powierzchniowej,
- T - temperatura.

W tak zdefiniowanym wyrażeniu uwzględnione są zarówno zmiany wymiarów liniowych, jak i zmiany prędkości propagacji spowodowane temperaturą [2, 3].

Do wyznaczania współczynnika γ_n zastosowano metodę fazowo-interferencyjną. Polega ona na porównaniu fazy sygnału elektrycznego pochodzącego od fali powierzchniowej z bezpośrednim sygnałem od generatora fali ciągłej

GFC. Sygnały te wchodzą bezpośrednio do I i II kanał oscyloskopu OS. Zmieniając częstotliwość doprowadza się do kolejnych zgodności faz

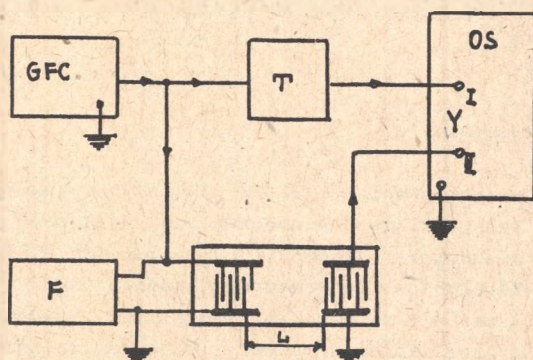
$$V(T) = L(T) [f_2(T) - f_1(T)]$$

gdzie:

$V(T)$ - prędkość fali powierzchniowej,

$L(T)$ - odległość między przetwornikami,

$\Delta f = f_2(T) - f_1(T)$ - różnica częstotliwości dla dwóch kolejnych zgodności faz.

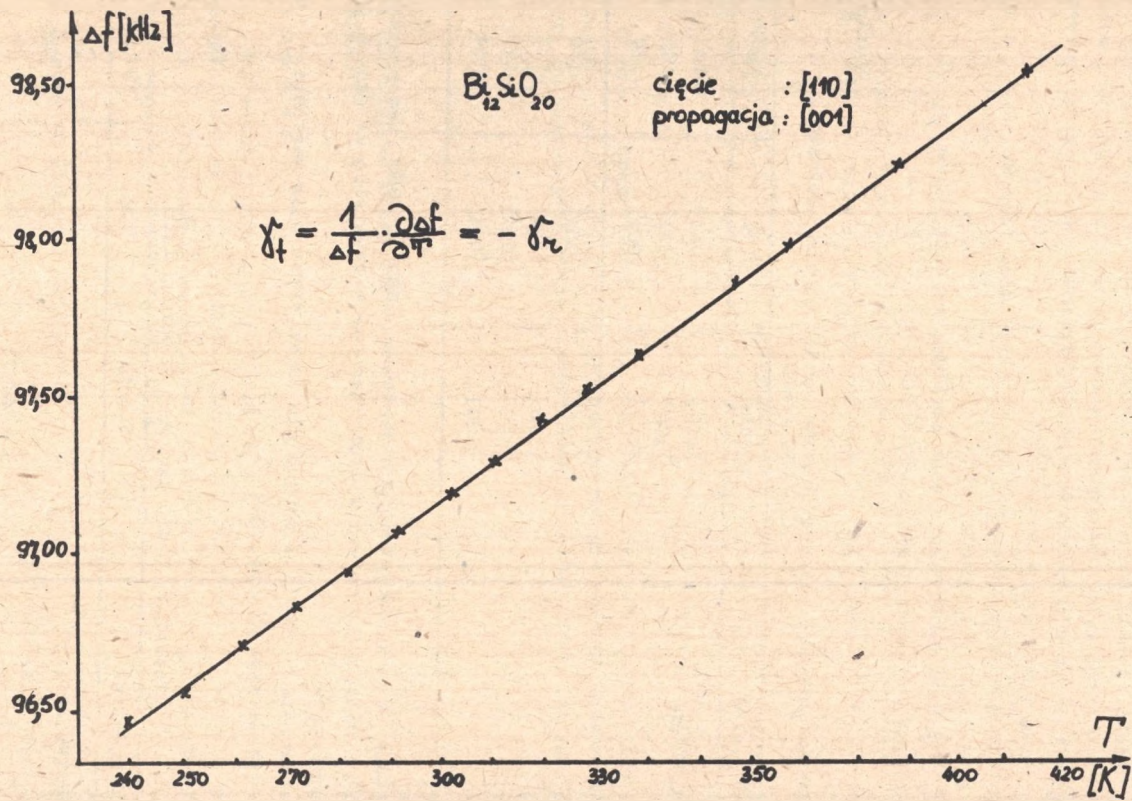


Rys. 1. Układ do pomiaru temperaturowego współczynnika opóźnienia metodą fazowo-interferencyjną

Temperaturowa zmiana częstotliwości sygnału γ_f :

$$\gamma_f = \frac{1}{\Delta f} \cdot \frac{\partial \Delta f}{\partial T} = \frac{1}{v} \cdot \frac{dv}{dT} - \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dT} = -\gamma_v$$

Sumaryczny wpływ temperatury, określany przez γ_v , istotny w praktycznych zastosowaniach akustoelektroniki, można więc wyznaczyć z pomiarów częstotliwościowych. Metoda pomiaru jest dokładna. Możliwość przeprowadzenia pomiarów w danej temperaturze w szerokim zakresie częstotliwości umożliwia zastosowanie metod statystycznych do opracowania wyników, co dodatkowo podnosi dokładność ($> 0,1\%$).



Rys. 2. Pomiar $\Delta f(T)$ dla $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$
 cięcie: [110]
 propagacja: [001]

2. Wyniki pomiaru temperaturowego współczynnika opóźnienia
dla $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ oraz $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$

Do grupy materiałów mniej zbadanych, o dobrych właściwościach piezoelektrycznych, należą tlenki: bizmutowo-krzemowy i bizmutowo-germanowy. Dla materiałów tych opisaną wyżej metodą wyznaczono dotąd nie publikowane współczynniki γ w różnych kierunkach krystalograficznych. Pomiarzy przeprowadzono w zakresie temperatur: 240-420 K.

Rysunek 2 przedstawia zależność $\Delta f(T)$ przykładowo dla $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ o cięciu [110] i kierunku propagacji [001].

W tabeli 1 przedstawiono zmierzone wartości współczynnika γ dla wybranych kierunków krystalograficznych w BGO i BSO.

Tabela 1

Zmierzone wartości temperaturowego współczynnika opóźnienia
dla BSO i BGO

Kryształ	Cięcie	Prop.	γ [ppm]
$\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$	[110]	[001]	-141
	[100]	[011]	-125
	[100]	[001]	-120
$\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$	[110]	[001]	-140
	[110]	[111]	-138
	[100]	[011]	-120
	[100]	[001]	-116

Ze względu na małą anizotropię kryształów BSO i BGO temperaturowy współczynnik opóźnienia we wszystkich kierunkach krystalograficznych jest tego samego rzędu.

Dla porównania w tabeli 2 podano dla kilku materiałów wartości zaczerpnięte z literatury [4, 5].

Tabela 2

Wartości dla kwarcu i niobianu litu

Kryształ	Cięcie	Prop.	γ [ppm]
Kwarc	Y	X	-24
	X	Y	-35
	$Y + 42,75^\circ$	X	0
LiNbO_3	Y	Z	85

Wydaje się, że pomimo dobrych właściwości piezoelektrycznych duża wartość temperaturowego współczynnika opóźnienia utrudni praktyczne zastosowanie tych kryształów w akustoelektronice.

LITERATURA

- [1] OPILSKI A. i inni: Materiały dla akustoelektroniki. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Mat.-Fiz. (praca w druku).
- [2] CARR P. et al: The effect of temperature and doppler shift on the performance of elastic surface wave encoders and decoders. IEEET Trans. Son, 1972, v s-u-19, No 3.
- [3] REEDER T. et al: Surface wave delay lines with near octave bandwidth. Electr. Lett, 1971, vol. 7, No 19.
- [4] JONA F.: Piezoelektrischeskije kristaly Mir, Moskwa 1970,
- [5] OTTO O. et al: Lithium niobate. Elecgr. Lett, 1972, vol. 8, No 24.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАЗДЫВАНИЯ
ДЛЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ И $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$

Р е з ю м е

В работе представлено метод измерения температурного коэффициента запаздывания, который определяет термические свойства акустоэлектронических систем. Приведены результаты измерений этого коэффициента для $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ и $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$.

A TEMPERATURE DELAY COEFFICIENT FOR $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ AND $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$
MONOCRYSTALS

S u m m a r y

The paper presents the method of measurement of the temperature delay coefficient which determines thermal properties of acousto-electronical elements. Previously unpublished values of this coefficient for $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ and $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ monocrystals are given.

Wpłynęło do Redakcji 20.XI.1978 r.

Recenzent:
Doc. dr inż. Bogusław Nosowicz