खण्ड –4, अंक – 1, वर्ष – 2016, मु0पृ0 39–41, D.O.I. :10.22445/avsp.v4i1.4375 शोध पत्र

फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव के कारण नायोबियम ऑक्साइड(NbO) में अल्ट्रासोनिक क्षय

अरविन्द कुमार तिवारी
असिस्टेंट प्रोफेसर, भौतिक विज्ञान विभाग
बी0एस0एन0वी0 पी0जी0 कॉलेज, लखनऊ–226001, उ0प्र0, भारत
tiwariarvind1@rediffmail.com

प्राप्त तिथि–31.07.2016; स्वीकृत तिथि– 18.09.2016

सार– NbO में <110> दिशा में तापीय परिसर 100–500के0 के बीच फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव तथा तापीय तन्य क्रिया विधि(थर्मोइलास्टिक मैकेनिज्म) के कारण अल्ट्रासोनिक क्षय की गणना की गई है। अल्ट्रासोनिक क्षय तथा अन्य नियतांकों(इलास्टिक कॉन्सटेंट) की भी गणना की गयी है। इस पदार्थ में फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव से प्राप्य अल्ट्रासोनिक क्षय तापीय तन्य हानि के ऊपर अधिक प्रभावी है। NbO के थर्मोइलास्टिक गुणों से सहसम्बद्ध परिणामों की चर्चा की गयी है।

बीज शब्द– तन्य नियतांक, अल्ट्रासोनिक वेग, तापीय चालकता, अल्ट्रासोनिक क्षय।

Ultrasonic attenuation in Niobium Oxide(NbO) due to phonon-phonon interaction

Arvind KumarTiwari
Assistant Professor, Department of Physics
B.S.N.V. P.G. College, Lucknow-226001, U.P., India
tiwariarvind1@rediffmail.com

Abstract- Ultrasonic attenuation due to phonon-phonon interaction and thermo elastic mechanism have been evaluated in NbO along <110> direction in the temperature range 100-500K. The second and third order elastic constants are also evaluated for the evaluation of ultrasonic attenuation and other associated parameters. The ultrasonic attenuation due to phonon-phonon interaction is predominant over thermo elastic loss in this material. The results are discussed in correlation with thermo elastic properties of NbO.

Key words- Elastic constants, ultrasonic velocity, thermal conductivity, ultrasonic attenuation.

1. **प्रस्तावना–** अल्ट्रासोनिक्स की जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूमिका है। सन् 1959 से डाईइलेक्ट्रिक्स, ठोस संरचनाओं में अल्ट्रासोनिक तरंगों के मापन में केन्द्र में रहा है। NbO(नायोबियम ऑक्साइड) सफेद क्रिस्टल या पाउडर सा दिखता है। इसका गलनांक 1520^0सी है। इसका मुख्य अनुप्रयोग इलेक्ट्रॉनिक्स में है। अल्ट्रासोनिक क्षय की गणना में द्वितीय तथा तृतीय अनुक्रम के तन्य नियतांकों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। तन्य गुण विशिष्ट ताप, डिबॉय ताप, ध्वनि वेग से ऊष्म प्रवैगिकी से जुड़े होते हैं। विभिन्न उच्च तापों पर द्वितीय एवं तृतीय तन्य नियतांकों की गणना की गयी है। अल्ट्रासोनिक क्षय की गणना हेतु औसत ग्रुनाइजे प्राचल, तापीय स्थिर समय, असंनादी प्राचल की भी गणना की गयी है। ये गुण पदार्थ के सूक्ष्म संरचनात्मक एवं यांत्रिक गुणों से जुड़े होते हैं।

2. **विधि–** कूलम्ब तथा वार्न–मेयर[3] विभव $\phi(r_0)=A\ \exp(-r_0/b)$ का प्रयोग करते हुए (जहाँ r_0 निकटतम पड़ोस दूरी तथा b वार्न–मेयर विभव है) तथा पारस्परिक प्रभाव द्वितीय निकटतम पड़ोस दूरी तक प्रभावी मानते हुए SOEC तथा TOEC परम शून्य ताप पर प्राप्त किया गया।[4] परम शून्य ताप के तन्य नियतांकों में प्रदोलनात्मक ऊर्जा योगदान को जोड़ते हुए SOEC तथा TOEC अभीष्ट ताप पर प्राप्त किया गया।

$$C_{IJK} = C^0_{IJK} + C^{Vib.}_{IJK}$$

जहाँ 0 तथा Vib., SOEC तथा TOEC के क्रमशः शून्य ताप तथा प्रदोलनात्मक योगदान को दर्शाता है।[5–6]

अल्ट्रासोनिक क्षय की गणना निम्न समीकरण से की जाती है।[1, 7]

$$\left(\frac{\alpha}{f^2}\right)_{Akh.} = \frac{4\pi^2\tau E_0\left(\frac{D}{3}\right)}{2\rho V^3}$$

इसमें $V =$ औसत वेग, $E_0 =$ तापीय ऊर्जा, $\rho =$ घनत्व, $\tau =$ तापीय स्थिर समय दर्शाता है।

3. **परिणाम तथा निष्कर्ष**– NbO के द्वितीय एवं तृतीय अनुक्रम के तन्य नियतांकों का गणना किया हुआ मान तालिका–1 में दर्शाया गया है।[2] इन नियतांकों का प्रयोग ग्रुनाइजे प्राचलो की गणना में उपयोग होता है। इन मानों का अनुक्रम अन्य NaCl प्रकार के डाईइलेक्ट्रिक पदार्थों जैसा है।

तालिका–1(10^{11} डाइन/सेमी^{2} में)

ताप(केल्विन)→ SOEC/TOEC↓	100K	200K	300K	400K	500K
C_{11}	7.206	7.338	7.526	7.732	7.838
C_{12}	5.582	5.494	5.404	5.314	5.269
C_{44}	5.701	5.716	5.736	5.756	5.567
C_{111}	-90.643	-96.629	-97.185	-97.874	-98.243
C_{112}	-22.696	-22.480	-22.244	-22.008	-21.892
C_{123}	7.961	7.616	7.274	6.933	6.762
C_{144}	8.349	8.394	8.442	8.489	8.514
C_{166}	-23.058	-23.099	-23.159	-23.227	-23.262
C_{456}	8.297	8.297	8.297	8.297	8.297

तालिका–2(10^{-17} Nps^2/cm में)

पदार्थ	ताप(K)	$(\alpha/f^2)_{th}$	$(\alpha/f^2)_{Akh.long}$	$(\alpha/f^2)^*_{Akh.shear}$	$(\alpha/f^2)^{\#}_{Akh.shear}$
NbO	100	0.041	0.030	0.003	0.004
	200	0.078	0.105	0.016	0.015
	300	0.088	0.176	0.039	0.032
	400	0.079	0.217	0.073	0.049
	500	0.062	0.219	0.115	0.059

* < 001 > दिशा में ध्रुवीकृत
\# < 1$\bar{1}$0 > दिशा में ध्रुवीकृत

फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव के कारण ताप निर्भर अल्ट्रासोनिक क्षय को तालिका–2 में दर्शाया गया है। इस पदार्थ में तापीय चालकता का मान कम होने की वजह से तापीय तन्य हानि(थर्मोइलास्टिक लॉस) फोनान श्यानता हानि(फोनान विस्कॉसिटी लॉस) की तुलना में नगण्य है। तापीय तन्य हानि का मान 300के तक ताप बढ़ने पर बढ़ता है इसके पश्चात् स्थिर होकर घटना प्रारम्भ कर देता है। अल्ट्रासोनिक अवशोषण गुणांक आवृत्ति पर $\left(\frac{\alpha}{f^2}\right)_{Akh.}$ ताप बढ़ने के साथ बढ़ता है। उच्च ताप पर इसका मान स्थिर हो जाता है। यह व्यवहार तापीय चालकता के कारण होता है। ऐसा परिवर्तन पूर्व में अध्ययन किये पदार्थों में भी पाया जाता है।[8] यह स्पष्ट है कि तापीय चालकता अल्ट्रासोनिक क्षय की गणना में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इस अध्ययन को पदार्थो के बनने के दौरान तथा उत्पादन के पश्चात् उनके निरुपण में उपयोग किया जा सकता है।

संदर्भ

1. मेसॉन, डब्ल्यू0 पी0(1965) फिजिकल एकाउस्टिक्स, एकेडेमिक प्रेस, न्यूयॉर्क 3बी, पृ0 237।
2. वाइकॉफ, आर0 डब्ल्यू0 एफ0(1963) क्रिस्टल स्ट्रक्चर, इण्टर साइन्स पब्लिशर्स, न्यूयॉर्क, द्वितीय संस्करण।
3. वार्न, एम0 तथा मेयर, जे0 ई0(1932) जेड0 फिजिक्स, खण्ड–75, पृ0 1।
4. ब्रूगर, के0(1964) फिजिक्स रिव्यू ए, खण्ड–133, पृ0 1611।
5. मोरी, एस0 एवं हिकी वाई0(1978) कैलकुलेशन ऑफ थर्ड एण्ड फोर्थ ऑडर इलास्टिक कॉन्स्टेंट्स इन एल्कली हैलाइड क्रिस्टल्स, ज0 फिजिकल सोसा0 जापान, खण्ड–45, मु0पृ0 1449–1456।
6. ब्रूगर, ए0(1964) थर्मोडायनमिक डेफिनिशन ऑफ हाईयर ऑर्डर इलास्टिक कॉन्स्टेंट्, फिजि0 रिव्यू, खण्ड–133, पृ0 1611।
7. एखीजर, ए0(1939) ऑन द एब्जार्वेशन ऑफ साउण्ड इन सॉलिड्स, ज0 फिजिक्स, यू0एस0एस0आर0, खण्ड–1, मु0पृ0 277।
8. सिंह, डी0 एवं यादव, आर0 आर0(2003) थर्मल कन्डक्टिविटी एण्ड अल्ट्रासोनिक एट्यूनिएशन इन डाईइलेक्ट्रिक क्रिस्टल्स, ज0 प्योर एप्लाइड अल्ट्रासोनिक्स(जे0पी0ए0यू0), खण्ड–25, पृ0 82।