डाईइलेक्ट्रिक पदार्थ में अल्ट्रासोनिक क्षय

अरविन्द कुमार तिवारी
असिस्टेंट प्रोफेसर, भौतिक विज्ञान विभाग
बी0 एस0 एन0 वी0 पी0 जी0 कॉलेज, लखनऊ–226001, उ0प्र0, भारत
tiwariarvind1@rediffmail.com

सार

इस शोध पत्र में फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव के कारण AgBr में अल्ट्रासोनिक क्षय को ताप के फलन के रूप में < 100 > दिशा में 100–450 केल्विन के बीच पदार्थ के चित्रण/वर्णन हेतु समझाने का प्रयास किया गया है। इस आंकलन हेतु दो मूलभूत प्राचलों से शुरुआत करते हुए ताप निर्भर द्वितीय एवं तृतीय तन्य नियतांकों (इलास्टिक कॉन्स्टेंट) की भी गणना की गई है। महत्वपूर्ण विशेष लक्षणों, जो कि अकॉस्टिकल प्राचलों से सम्बन्धित है, की भी चर्चा की गई है।

बीज शब्द– फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव, डाईइलेक्ट्रिक पदार्थ, अल्ट्रासोनिक क्षय।

Ultrasonic attenuation in dielectric material

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

Abstract

In the present paper, an attempt has been made to explain ultrasonic attenuation due to phonon-phonon interaction in AgBr as a function of temperature along <100> direction from 100-450K for the characterization of material. For this evaluation, the temperature dependence of second and third order elastic constants starting with two basic parameters has been computed. Important characteristic features well connected to the acoustical parameters are discussed.

Key words- phonon-phonon interaction effect, dielectric material, ultrasonic attenuation.

1. प्रस्तावना

यह सर्वविदित है कि अल्ट्रासोनिक्स का उद्योगों एवं चिकित्सा उपकरणों में बहुत उपयोग है। अल्ट्रासोनिक वेग एवं क्षय प्राचल पदार्थों के सूक्ष्म संरचनात्मक एवं यांत्रिक गुणों से भलीभाँति जुड़े हुए हैं। ठोस पदार्थों में अल्ट्रासोनिक क्षय के अनेकों कारण होते हैं, लेकिन 100 केल्विन या उससे उच्च ताप पर क्षय मुख्यतः फोनान–फोनान पारस्परिक प्रभाव के कारण होता है। सिल्वर ब्रोमाइड एक सौम्य क्रिस्टल है। यह जल में अघुलनशील है। यह यू.वी. विकिरण पड़ने पर काला हो जाता है। सिल्वर ब्रोमाइड फोटोग्राफी, दर्पण एवं दन्त चिकित्सा में बहुत प्रयोग किया जाता है। अल्ट्रासोनिक अवशोषण की गणना में द्वितीय एवं तृतीय अनुक्रम के तन्य नियतांकों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। अन्तर आणविक विभव, अवस्था का समीकरण डिवॉय ताप, ध्वनि वेग इत्यादि तन्य गुणों से सम्बन्धित हैं। विभिन्न तापों पर द्वितीय एवं तृतीय तन्य नियतांकों की गणना भी की गई है।

2. विधि

एखीजर हानि निम्न समीकरण से प्राप्त की जाती है–

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

जहाँ E_0 – तापीय ऊर्जा, V–डिवॉय औसत वेग, ρ– घनत्व, D–असंनादी प्राचल तथा τ–तापीय स्थिर समय है।

सिल्वर ब्रोमाइड के द्वितीय एवं तृतीय अनुक्रम के तन्य नियतांकों का गणना किया हुआ मान तालिका 1 में दर्शाया गया है। प्रयोगों द्वारा सिल्वर ब्रोमाइड के द्वितीय एवं तृतीय अनुक्रम के तन्य नियतांकों का मान निम्नवत है–

C_{11} = 5.63 Pa, C_{12} = 3.28 Pa, C_{44} = 0.73Pa

गणना द्वारा ये मान इस प्रकार प्राप्त हुए।

C_{11} = 5.01 Pa, C_{12} = 1.13 Pa, C_{44} = 1.36 Pa

प्रयोगों तथा गणना द्वारा प्राप्त मानों में अच्छा साम्य है।

तालिका–1(10^{11} डाइन/सेमी^{2} में)

ताप→ (केल्विन में) SOEC/TOEC↓	100	200	300	400	450
C_{11}	4.692	4.851	5.019	5.191	5.277
C_{12}	1.273	1.199	1.126	1.052	1.015
C_{44}	1.353	1.359	1.364	1.370	1.373
C_{111}	–7.544	–7.618	–7.701	–7.788	–7.832
C_{112}	–5.209	–4.930	–4.651	–4.371	–4.232
C_{123}	1.812	1.379	9.482	5.164	3.006
C_{144}	2.261	2.278	2.296	2.313	2.322
C_{166}	–5.517	–5.539	–5.564	–5.589	–5.602
C_{456}	2.243	2.243	2.243	2.243	2.243

तालिका–2(10^{-18} एन.पी.एस.^{2}/सेमी. में)

पदार्थ	ताप(केल्विन में)	$(\alpha/f^2)_{th}$	$(\alpha/f^2)_{AkhJong}$	$(\alpha/f^2)_{Akh.shear}$
AgBr	100	0.017	3.805	0.874
	200	0.013	4.030	0.999
	300	0.014	4.070	1.108
	400	0.013	4.783	1.400
	450	0.012	4.865	1.479

3. परिणाम

तालिका–2 से यह स्पष्ट है कि सिल्वर ब्रोमाइड में तापीय तन्य हानि (थर्मोइलास्टिक लॉस) फोनॉन श्यानता हानि (फोनॉन विस्कॉसिटी लॉस) की तुलना में नगण्य है। यह तापीय चालकता के कम मान की वजह से है। तालिका–2 से स्पष्ट है कि तापीय तन्य हानि ताप के साथ धीरे–धीरे घटता है। इसके पीछे तापीय चालकता के मान का ताप वृद्धि के सापेक्ष लगभग नियत रहता है।

4. निष्कर्ष

अल्ट्रासोनिक अवशोषण गुणांक आवृत्ति वर्ग पर, $(\alpha/f^2)_{\text{एकी.}}$, ताप बढ़ने के साथ बढ़ा है। ये बदलाव इस पदार्थ में तन्य नियतांकों के बदलाव पर निर्भर है। इस पदार्थ में हानि का क्रम अन्य पदार्थों जैसे पोटेशियम क्लोराइड, पोटेशियम ब्रोमाइड जैसा ही है($\approx 10^{-18}$ एन. पी.एस.^{2}/सेमी.)। यह हमारी सही गणना की पुष्टि भी करता है। इस प्रकार यह अध्ययन पदार्थ के औद्योगिक निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

संदर्भ

1. मेसान, डब्ल्यू0 पी0(1951) "पिजोइलेक्ट्रिक क्रिस्टल्स एण्ड देयर एप्लीकेशन्स टू अल्ट्रासोनिक्स", प्रिन्सटनः डी0 वान नारटलैण्ड, मु0पृ0 479–481।
2. मोरी, एस0 एवं हिकी, वाई0(1978) "कैलकुलेशन ऑफ थर्ड एण्ड फोर्थ ऑर्डर इलास्टिक कॉन्स्टेन्ट्स इन एल्कली हैलाइड्स", ज0 फिजि0 सोसा0 जापान, खण्ड 45, मु0पृ0 1449–1456।
3. एखीजर, ए0(1939) "ऑन द एब्जॉर्पशन ऑफ साउण्ड इन सॉलिड्स", ज0 फिजिक्स, यू0एस0एस0आर0, खण्ड 1, मु0पृ0 277।
4. गाल्ट, जे0 के0(1948) "मिकैनिकल प्रॉपर्टीज ऑफ NaCl, KBr, KCl", फिजिक्स रिव्यू, खण्ड 73, मु0पृ0 1460–1462।
5. हैन्सन, आर0 सी0(1967) "अटैन्यूएशन ऑफ हाई फ्रीक्वेंसी इलास्टिक वेव्स इन LiF", ज0 फिजिक्स, खण्ड 28, मु0पृ0 475–483।