Email:

conference@houghtonstreetreview.com

Website:

www.houghtonstreetreview.com/index.php/conference

© 2026 International Online Conference on Multidisciplinary Academic Research. All Rights Reserved.

Editor-in-Chief:

Dr. Ewelum Johnson Nnadi

Managing Editors:

1.Harold Jan R. Terano

2.Dr. Mandakini Singla

3.Massoud Kaykhaii







ELEKTRON TEXNIKA ELEMENTLARIDA QADOQLASH VA TERMIK INTERFEYS MATERIALLARINING ISHONCHLILIKKA TA'SIRI

Uzakov Orif Hamroyevich
Buxoro davlat universiteti "Muhandislik texnologiyalari va qayta tiklanuvchi energiya manbalari" kafedrasi dotsenti
https://doi.org/10.5281/zenodo.24278646

Annotatsiya

Tezisda elektron texnika elementlarining ishonchliligini belgilovchi qadoqlash va termik interfeys materiallari 2025-yildagi zamonaviy ilmiy manbalar asosida tahlil qilinadi. Epoksi asosidagi molding compoundlar, delaminatsiya va solder fatigue kabi degradatsiya mexanizmlari, wafer-level packagingdagi warpage, shuningdek h-BN va alumina/epoxy asosidagi yuqori issiqlik o'tkazuvchi elektr izolyatsion kompozitlarning termik boshqaruvdagi o'rni yoritiladi [1–4]. Materialning termik, mexanik va elektr xossalarini birgalikda optimallashtirish elektron komponent umrini oshirishning asosiy sharti ekanligi ko'rsatiladi.

Kalit so'zlar: elektron qadoqlash, termik interfeys material, TIM, epoksi, h-BN, alumina, delaminatsiya, warpage, ishonchlilik.

KIRISH

Elektron qurilmaning ishonchliligi faqat yarimo'tkazgich kristaliga bog'liq emas. Chip, metall ulanish, lehim, substrat, encapsulant, underfill va termik interfeys materiallaridan iborat paket issiqlikni chiqarish, mexanik yukni taqsimlash va tashqi muhitdan himoya qilish vazifasini bajaradi.

2025-yilgi Frontiers in Electronics sharhi tijoriy elektronikaning katta qismi plastik encapsulationdan foydalanishini va epoksi molding compoundlar package-level degradatsiyada muhim rol o'ynashini ko'rsatadi [1]. Harorat, namlik va vibratsiya delaminatsiya hamda solder fatigue kabi asosiy buzilish mexanizmlarini tezlashtiradi [1].

1. QADOQLASH MATERIALLARINING FUNKSIYALARI

Material/qism	Asosiy vazifa	Muhim xossa	Tipik nosozlik
Epoxy molding compound	Muhitdan himoya	CTE, Tg, namlik yutish	Delaminatsiya, cracking
Solder joint	Elektr/mexanik ulanish	Charchash, creep	Solder fatigue
Underfill	Stressni taqsimlash	Adhesion, CTE	Void, delaminatsiya
TIM	Issiqlik uzatish	k, kontakt qarshiligi	Pump-out, qurish, bo'shliq
Substrat	Signal/quvvat va mexanik tayanch	Dielektrik va termik xossa	Warpage, via failure

Email:

conference@houghtonstreetreview.com

Website:

www.houghtonstreetreview.com/index.php/conference

© 2026 International Online Conference on Multidisciplinary Academic Research. All Rights Reserved.

Editor-in-Chief:

Dr. Ewelum Johnson Nnadi

Managing Editors:

1.Harold Jan R. Terano

2.Dr. Mandakini Singla

3.Massoud Kaykhaii







2. TERMOMEXANIK DEGRADATSIYA

Turli materiallarning termik kengayish koeffitsiyentlari farqi qizish-sovish sikllarida interfeysda kuchlanish hosil qiladi. Soddalashtirilgan termik deformatsiya:

$\varepsilon_{th} = \alpha \cdot \Delta T$ (1)

bu yerda α — termik kengayish koeffitsiyenti, ΔT — harorat o‘zgarishi. Paket ichida α qiymatlari keskin farq qilsa, takroriy termik sikllar lehim va yopishtiruvchi qatlamlarda charchashni tezlashtiradi.

2025-yilgi degradation review termik, namlik va mexanik yuklarning alohida emas, birgalikdagi ta’sirini o‘rganish zarurligini ta’kidlaydi [1].

3. WAFER-LEVEL PACKAGINGDA WARPAGE

Wafer-level va fan-out packagingda katta maydon, yupqa qatlamlar va turli CTE materiallarning birikishi warpage muammosini kuchaytiradi. 2025-yilda Frontiers in Electronicsda chop etilgan review warpage sabablarini, modellashtirish va kamaytirish strategiyalarini tizimlashtirgan [2]. Warpage assembly aniqligi, bonding, interconnect ishonchliligi va yieldga ta’sir qiladi.

4. TERMAL INTERFEYS MATERIALLARI

Chip bilan sovitgich orasidagi mikronotekisliklar bevosita kontakt maydonini kamaytiradi. TIM ushbu bo‘shliqlarni to‘ldirib, interfeys termik qarshiligini pasaytiradi. 2025-yilgi Materials Science and Engineering R review h-BN asosidagi TIMlarda yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlik, kimyoviy barqarorlik va elektr izolyatsiyasini muhim ustunlik sifatida ko‘rsatadi [3].

TIMning soddalashtirilgan termik qarshiligi:

$R_{th} = t/(kA)$ (2)

bu yerda t — qatlam qalinligi, k — issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, A — issiqlik o‘tish yuzasi. Amalda kontakt qarshiligi, roughness va qarish ham muhim.

5. ALUMINA/EPOXY KOMPOZITLAR

2025-yilgi Materials Today review alumina/epoxy kompozitlarini yuqori issiqlik o‘tkazuvchi, lekin elektr izolyatsion packaging material sifatida tahlil qilgan [4]. Filler morfologiyasi va sirt modifikatsiyasi termik yo‘llar hosil bo‘lishi, interfeys adhesion va kompozitning mexanik xossalariga ta’sir qiladi.

Bu turdagi materiallar power module, LED, yuqori zichlikdagi IC package va boshqa elektr izolyatsiyasi bilan bir vaqtda issiqlik chiqarish talab qilinadigan qurilmalarda muhim.

6. ZAMONAVIY TIMLARDA INTEGRAL YONDASHUV

Nature Electronics jurnalidagi 2025-yilgi Perspective TIMlarni passiv to‘ldiruvchi qatlam emas, balki qurilma arxitekturasi bilan birgalikda co-design qilinadigan tizim komponenti sifatida ko‘rishni taklif qiladi [5]. Real interfeysda nanoskopik roughness va termik sikllar sababli materialning bulk thermal conductivity qiymati yakka o‘zi yetarli mezon emas.

Shu sababli TIM tanlashda termik o‘tkazuvchanlik bilan bir qatorda compliance, bond-line thickness, elektr izolyatsiya, pump-out, qarish va ishlab chiqarish texnologiyasi hisobga olinishi kerak.

7. ISHONCHLILIKNI MONITORING QILISH

Packaging material degradatsiyasini real vaqt yoki davriy monitoring qilish uchun harorat, namlik, strain va elektr parametrlarini kuzatuvchi sensorlar qo‘llanishi mumkin. 2025-yilgi review Digital Twin va prognostics/health management yondashuvlarini komponent holatini baholashning istiqbolli yo‘li sifatida ko‘rsatadi [1].

Email:

conference@houghtonstreetreview.com

Website:

www.houghtonstreetreview.com/index.php/conference

© 2026 International Online Conference on Multidisciplinary Academic Research. All Rights Reserved.

Editor-in-Chief:

Dr. Ewelum Johnson Nnadi

Managing Editors:

1.Harold Jan R. Terano

2.Dr. Mandakini Singla

3.Massoud Kaykhaii







XULOSA

Elektron element ishonchliligi materiallararo interfeyslarning termik va mexanik barqarorligiga kuchli bog‘liq. Epoksi molding compound, solder, underfill, substrat va TIM bir-biridan mustaqil emas, balki yagona qadoqlash tizimi sifatida ishlaydi [1,2].

Yuqori quvvat zichligidagi zamonaviy elektronika uchun h-BN va alumina/epoxy asosidagi issiqlik o‘tkazuvchi, elektr izolyatsion materiallar istiqbolli [3,4]. Eng samarali yondashuv TIM va packaging materiallarini chip arxitekturasi bilan birgalikda co-design qilishdan iborat [5].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inamdar A., Van Driel W.D., Zhang G. Electronics packaging materials and component-level degradation monitoring. Frontiers in Electronics. 2025;6:1506112. DOI: 10.3389/felec.2025.1506112.
2. Warpage in wafer-level packaging: a review of causes, modelling, and mitigation strategies. Frontiers in Electronics. 2025;5:1515860. DOI: 10.3389/felec.2024.1515860.
3. Emerging trends and challenges in thermal interface materials: A comprehensive perspective from fundamentals to applications. Materials Science and Engineering: R: Reports. 2025;164:100968. DOI: 10.1016/j.mser.2025.100968.
4. Lin Z., Sun Z., Fu W., Lin Y.-C., Moon K.-s., Wong C.P. Thermally conductive and electrically insulative alumina/epoxy composites for advanced electronic packaging applications: A comprehensive review of filler morphologies and surface modifications. Materials Today. 2025;86:393–413. DOI: 10.1016/j.mattod.2025.03.011.
5. Dou Z., Lei C., Wu K., et al. The development of thermal interface materials. Nature Electronics. 2025;8:1146–1155. DOI: 10.1038/s41928-025-01543-7.