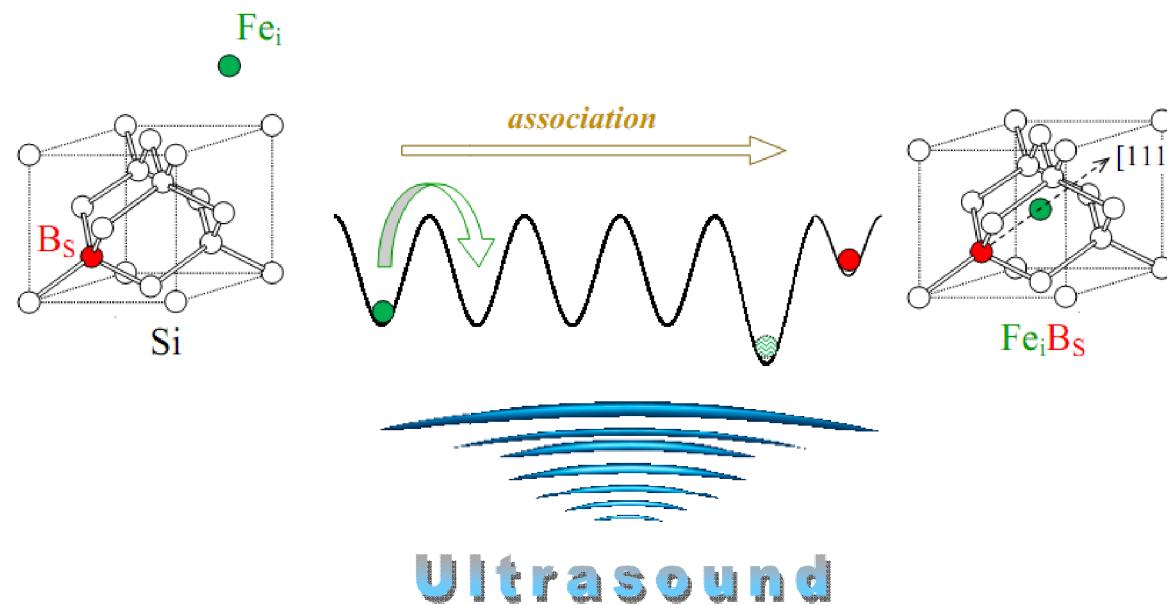


Науковий напрямок:

**Активний ультразвук як інструмент
інженерії дефектів у
напівпровідниковах системах**



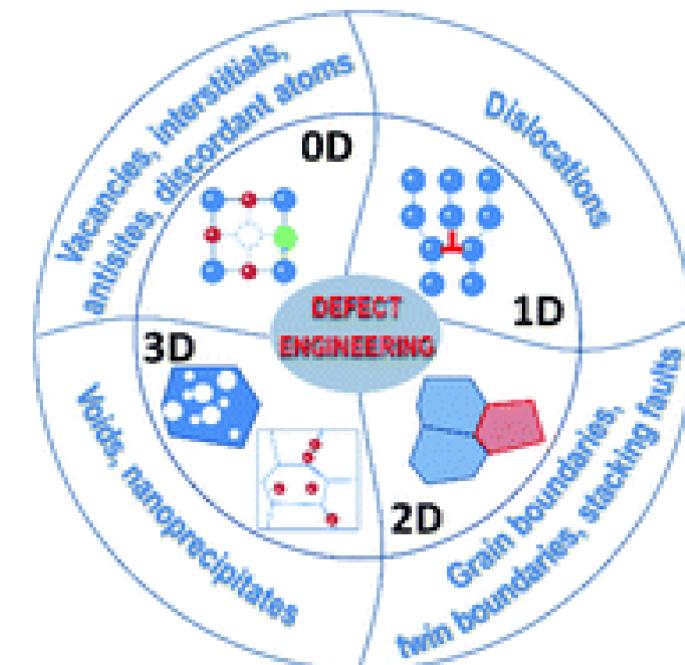


інженерія дефектів

нерівноважна модифікація дефектно–домішкової підсистеми з метою отримання нових властистостей кристала, структури чи приладу шляхом формування «потрібних» активних центрів чи нанокластерів [ФТП, 35, 1029]



Solar RRL, 2020, 4, 1900487



Chem. Soc. Rev., 2021, 50, 9022-9054
2



методи інженерії дефектів

класичні:



новітній:





переваги використання акустичних хвиль

- ✓ підсилене поглинання УЗ в областях відхилення від періодичності
- ✓ можливість використання хвиль різного типу та поляризації
- ✓ варіативність частоти зовнішнього впливу і можливість досягнення резонансних перетворень



можливі шляхи застосування ультразвуку

Ультразвук - інструмент одноосібного впливу



- пасивація дефектів на границях зерен poly-Si
- послаблення домішкової та екситонної люмінесценцій в CdTe
- покращення фотоелектричних параметрів AlGaAs/GaAs та CuInSe₂ сонячних елементів
- немонотонне зменшення світності GaAsP світловипромінюючих діодів
- відпал радіаційних дефектів (Si, Ge, InP, CsI, GaAsP)
- тощо



можливі шляхи застосування ультразвуку

Ультразвук - інструмент додаткового впливу



УЛЬТРАЗВУК

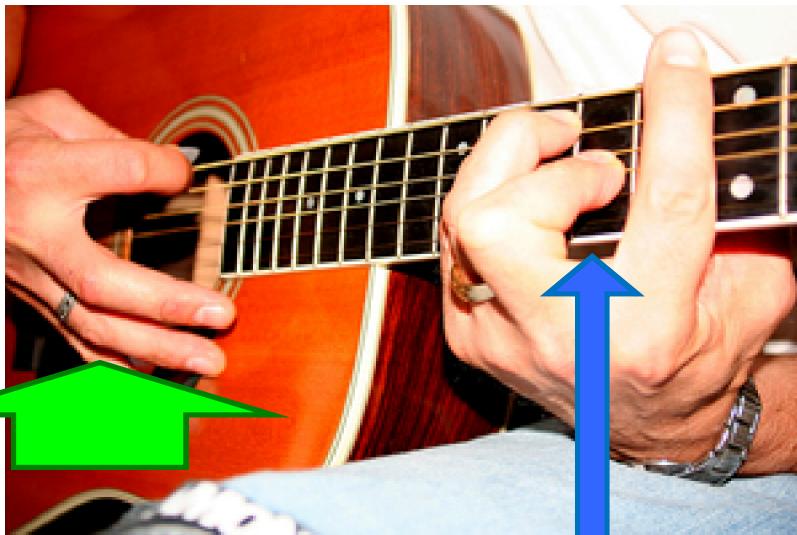
УЗ + іонна імплантація

- підсилення процесу аморфізації поверхневого шару Si
- зменшення механічних напруг біля внутрішніх меж
- зменшення концентрації дефектів в області збіднення р-п-переходів
- покращення властивостей та зменшення товщина шару WO на поверхні p-Si



можливі шляхи застосування ультразвуку

Ультразвук - інструмент динамічної модифікації



ОСНОВНА

РОБОТА

УЛЬТРАЗВУК

- перебудова точкових метастабільних дефектів (Fe-B, A-центр в Si, EL2 в GaAs, DX в AlGaAs)
- перезарядка (перебудова) комплексних рекомбінаційних центрів (Te, дівакансія, V-O в Si, GaAs/AlGaAs)
- просторовий перероздоділ заряду в квантових ямах (InGaAsP/InP, GaAs/AlGaAs)
- акустоелектричний струм у 2D, 1D та 0D системах



можливі шляхи застосування ультразвуку

Ультразвук - інструмент дослідження дефектної структури

УЛЬТРАЗВУК



- ідентифікація дефектів за спектрами DLTS (SiGe/Si), пропускання (CdS, GaAs), відбивання (GaAs/AlGaAs)
- спектр інтерфейсних станів, поперечні перерізи захоплення носіїв заряду (Al-SiO₂-Si, Si, GaAs)
- концентрація дефектів, структурні та динамічні властивості (Si, ZnSe, GaAs, TlInS₂, SrF₂, La_{1/3}Sr_{2/3}MO₃, La_{1-x}Ca_xCoO₃)

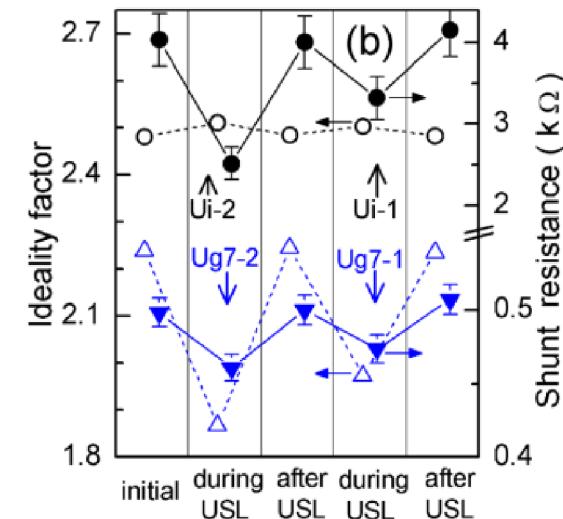
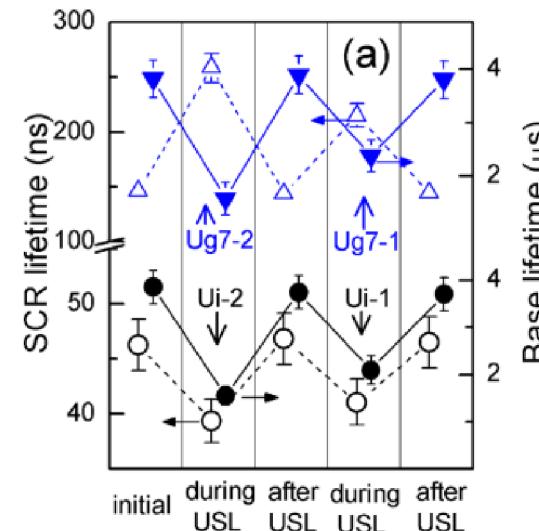
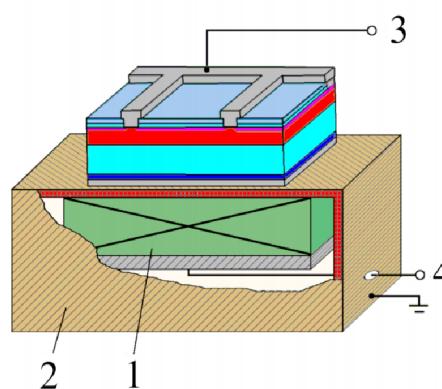


**Ультразвук є
доречним на всіх
етапах життєвого
циклу
напівпровідникової
систем, а саме
створення –
функціонування –
характеризація**





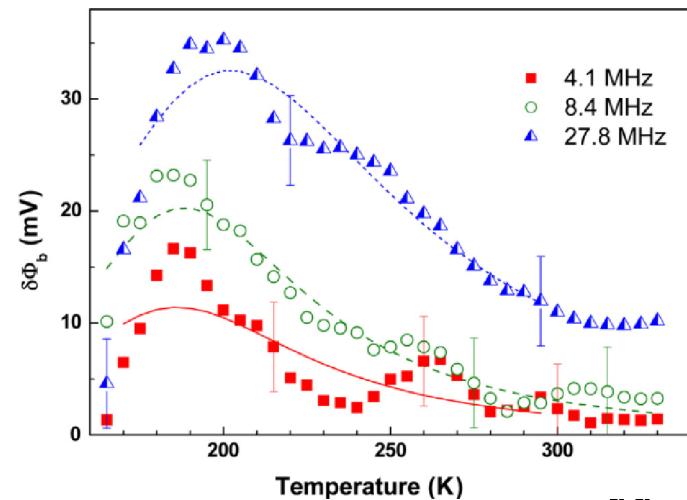
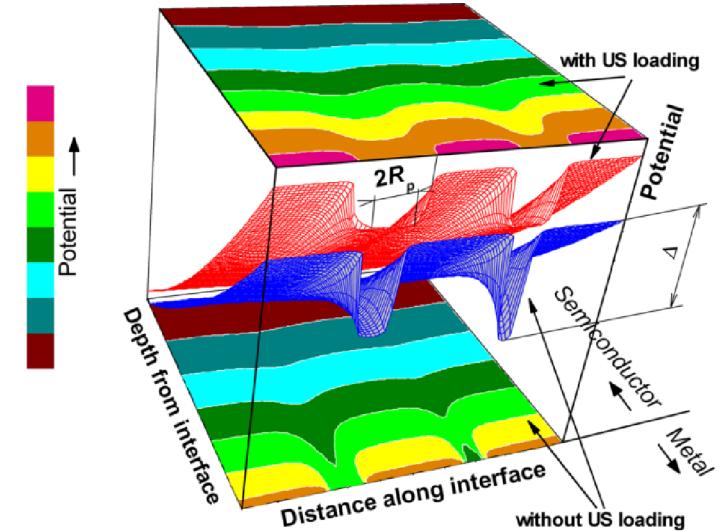
проведено дослідження перенесення заряду в кремнієвих р-п структурах та структурах з бар'єром Шотки за умов ультразвукового навантаження





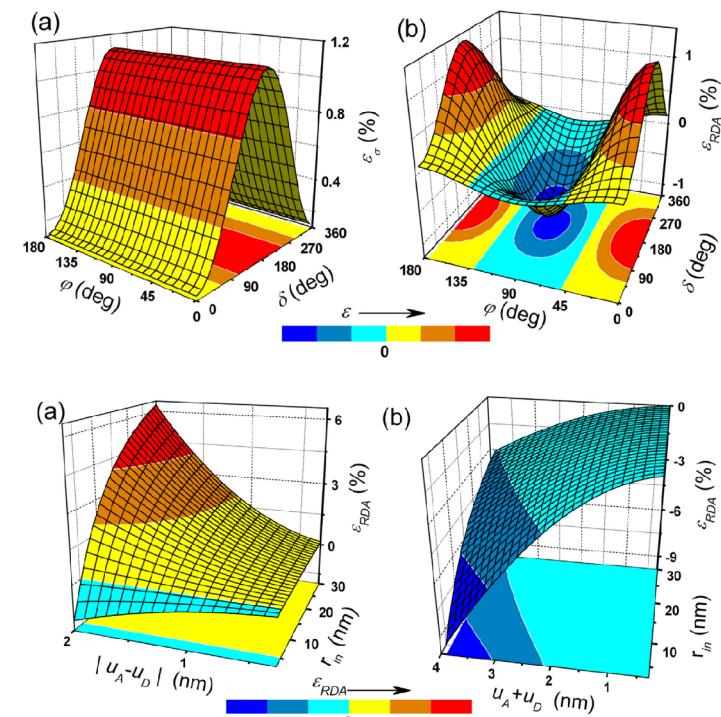
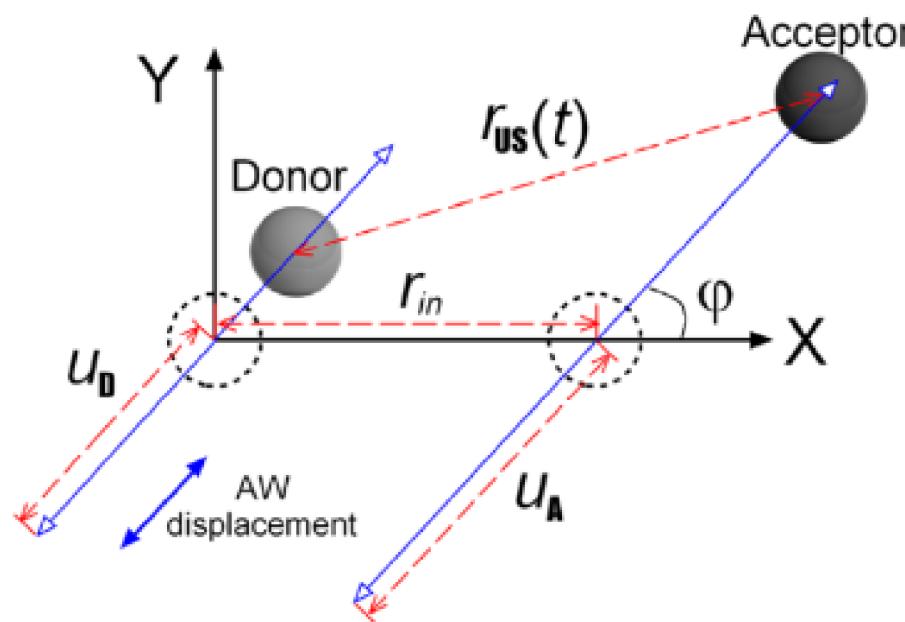
**використовуючи модель
Брейсфорда
встановлено, що акусто-
індукована зміна висоти
бар'єру Шотткі у
кремнієвих структурах
метал—напівпровідник
зумовлена рухом
дислокаційних перегинів**

Наукові результати:





запропоновано модель акустоактивного комплексного дефекту





встановлено відмінності впливу акустичного навантаження на параметри неопромінених та радіаційно-опромінених кремнієвих поверхнево-бар'єрних структур; вперше визначено природу основних акустоактивних радіаційних дефектів

TABLE VI. Cited and calculated defect parameters.

Defect	σ_n (10^{-15} cm 2)	η_n (cm $^{-1}$) Reference 86	η_7	$N_{n,RD}(10^{11}$ cm $^{-3}$)			$\tau_{n,RD}^{-1}(10^4$ s $^{-1}$)		
				nSC	g6SC	g7SC	nSC	g6SC	g7SC
C_O_i	0.7 (Ref. 87)	1.38	6×10^5 rad $^{-1}$ cm $^{-3}$ (Ref. 87)	5.5	6	60	0.8–1	0.9–1.1	9–11
	0.9 (Ref. 88)		4×10^{-4} cm $^{-1}$ (Ref. 88)						
V_2	3 (Ref. 87)	1.21	3×10^4 rad $^{-1}$ cm $^{-3}$ (Ref. 87)	4.8	0.3	3	2.2–3.3	0.1–0.2	1–2
	2 (Ref. 90)								
V_3	2.4 (Ref. 91)	0.37	...	1.5	0.7
VO_i	2.4 (Ref. 89)	0.52	7×10^5 rad $^{-1}$ cm $^{-3}$ (Ref. 87)	2	6–7	60–70			
	4 (Ref. 92)		4×10^{-4} cm $^{-1}$ (Ref. 88)						

$$iSC : 3.5 = K_{US}^{AA} \cdot (\tau_{n,in}^{AA})^{-1} / 2.9,$$

$$nSC : 7.1 = K_{US}^{AA} \cdot (\tau_{n,in}^{AA})^{-1} / 4.7 + 0.09 K_{US}^V + 0.02 K_{US}^{CO},$$

$$g6SC : 6.0 = K_{US}^{AA} \cdot (\tau_{n,in}^{AA})^{-1} / 1.8 + 0.01 K_{US}^V + 0.05 K_{US}^{CO},$$

$$g7SC : 5.2 = K_{US}^{AA} \cdot (\tau_{n,in}^{AA})^{-1} / 2.8 + 0.05 K_{US}^V + 0.35 K_{US}^{CO},$$