



کسترایت های czts و CZTSe و تحلیل نقص های موجود در آن و تاثیر آن در سلول های خورشیدی لایه نازک

استاد راهنما :
آقای دکتر محمدنژاد

بهار ۹۶



مقدمه ای بر خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها

بررسی مواد و روش های ساخت

آنالیز و مشخصه یابی

تحلیل نقص ها و تاثیرات آن ها بر عملکرد سیستم

جمع بندی و پیشنهاد

سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)

مقدمه

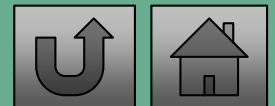
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



فناوری PV مقیاس بزرگ سازگار با محیط
لایه جاذب کم هزینه سازگار با تولید توان عملیاتی بالا

سیستم های Kesterite
نوع $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$



CZTS یک ماده
kesterite

به عنوان جاذب در سلول خورشیدی
CZTS



موفق ترین فرآیندهای
ساخت CZTSSe

روشهای نشست دومرحله‌ای
مبتنی بر خلا و غیر خلا

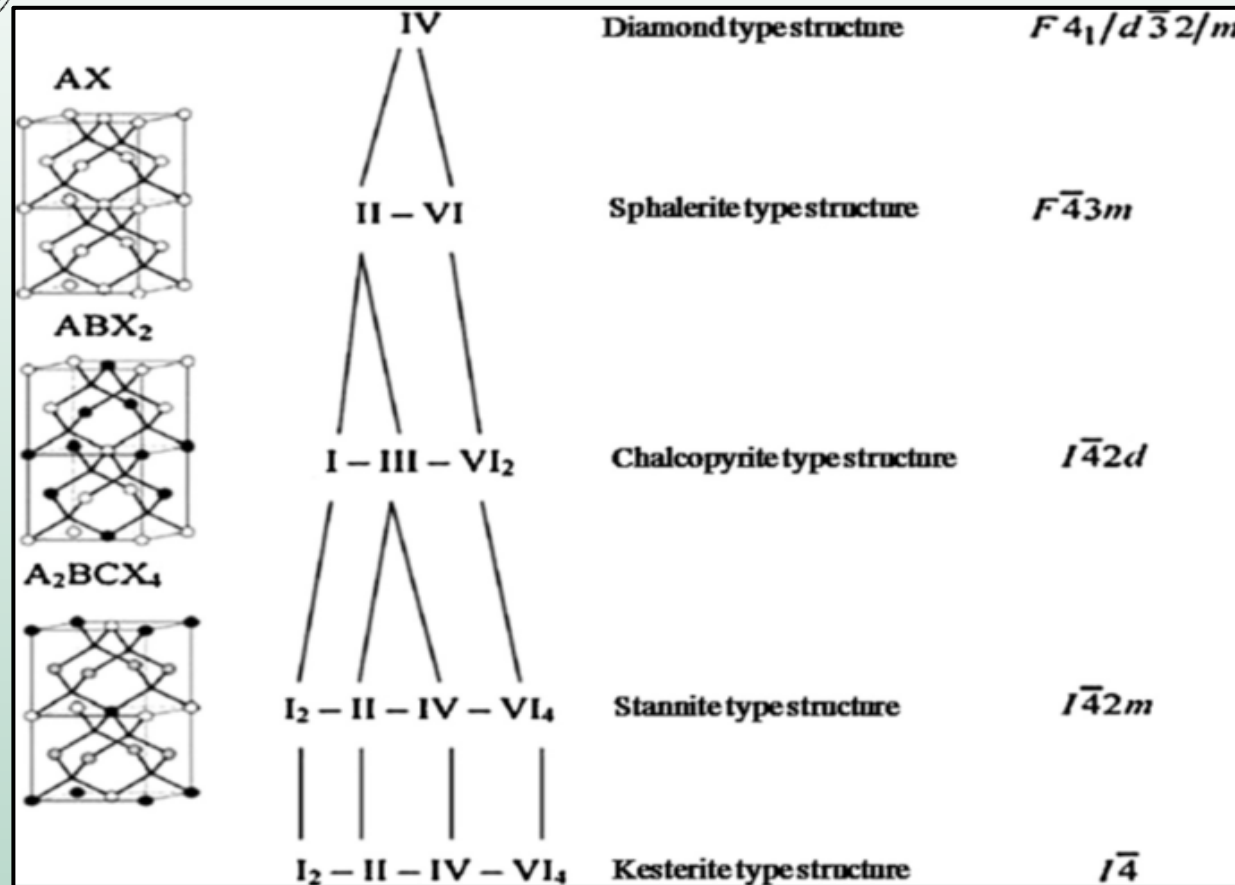


چالش های CZTSSe

پیچیدگی بالای مواد Kesterite
درجه حرارت بالا
فراریت بالای گونه های متوسط متعدد



روش های ساخت سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۱). دیاگرام شماتیک از یک بخش از خانواده ترکیبی الماس شامل مواد Kesterite

مجموع ظرفیت در هر مرحله دو برابر مجموع قبلی

ترکیبات ایزوالکترونیک



به ترتیب حالت ظرفیت کاتیون ها (کره های بزرگ A, B, C) و آنیون ها (کره های کوچک)

مقدمه

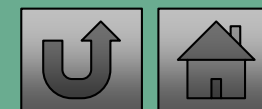
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



روش های ساخت سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)

ذرات محلول هایبریدی
نشست الکتریکی
Coevaporation
نشست نانوذرات
کندوپاش
CVD (لایه گذاری بخار شیمیایی
محیط باز)

عناصری در شرایط دمایی محیط



فرآیندهای دومرحله ای

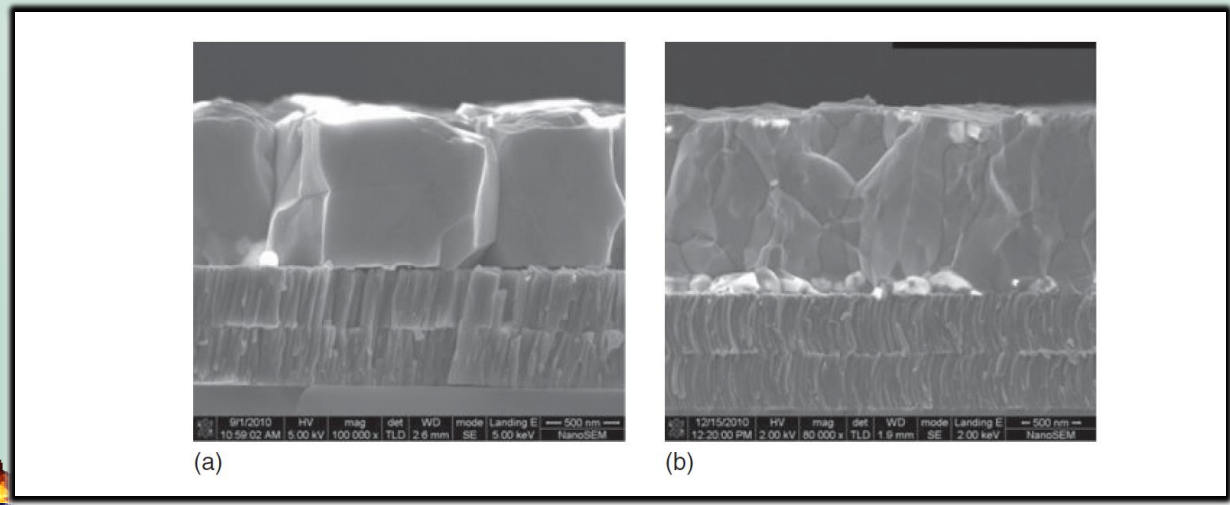


مرحله بازپخت

فرآیندهای تک مرحله ای



تمام عناصر بطور همزمان ترکیب می شوند



شکل (۲). عکس SEM از سطح مقطع لایه نازک CZTSe (الف) رشد با Cu بالا،
(ب) رشد با Cu پایین

مقدمه

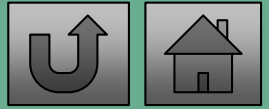
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

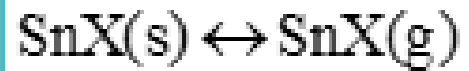
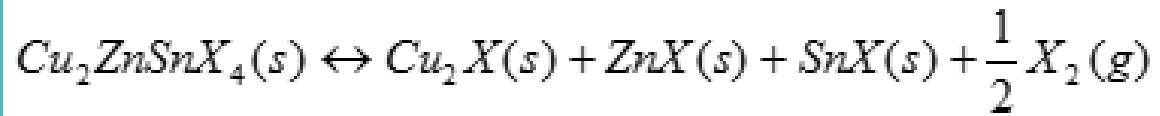
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



روش های ساخت سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



کنترل محیط

دما
فشار
زمان

استراتژی ساخت برای فرآیند دو مرحله ای

بلندتر (تا حدود چند
ساعت) گام رشد دانه ها

کوتاه (چند دقیقه) مرحله
شکل گیری CZTS

مقدمه

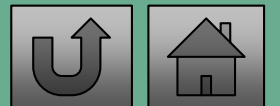
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

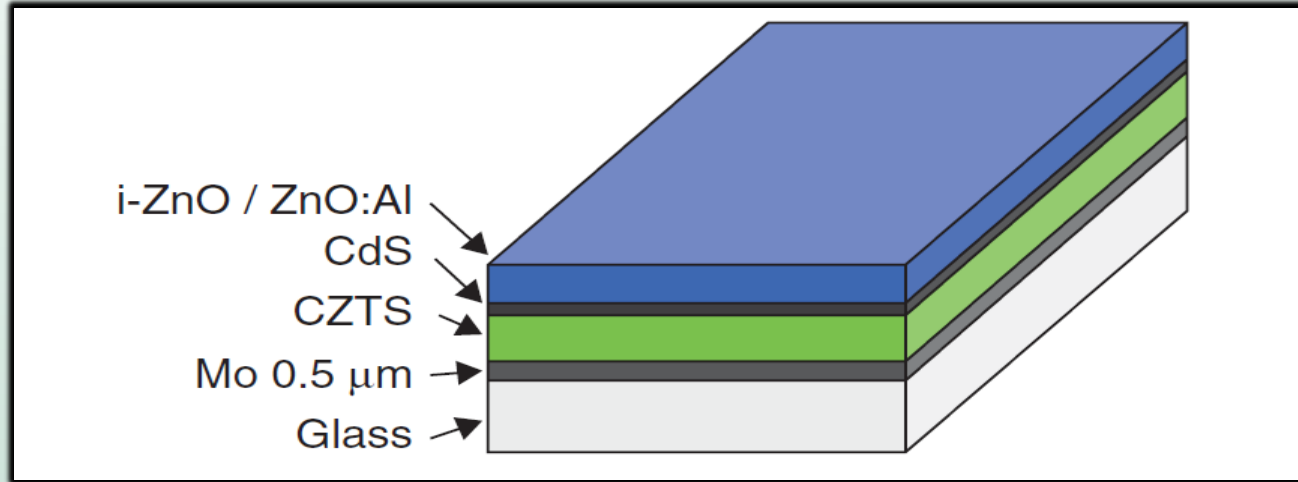
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



خواص مواد در سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۳). ساختار پایه‌ای سلول‌های خورشیدی CZTS

فلزات با تابع کار بالاتر از Mo



افزایش
Voc

Cd
S



آفست باند مناسبی با CZTS

مقدمه

مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



آنالیز سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها $(CZTS_xSe_{1-x})$

مقدمه

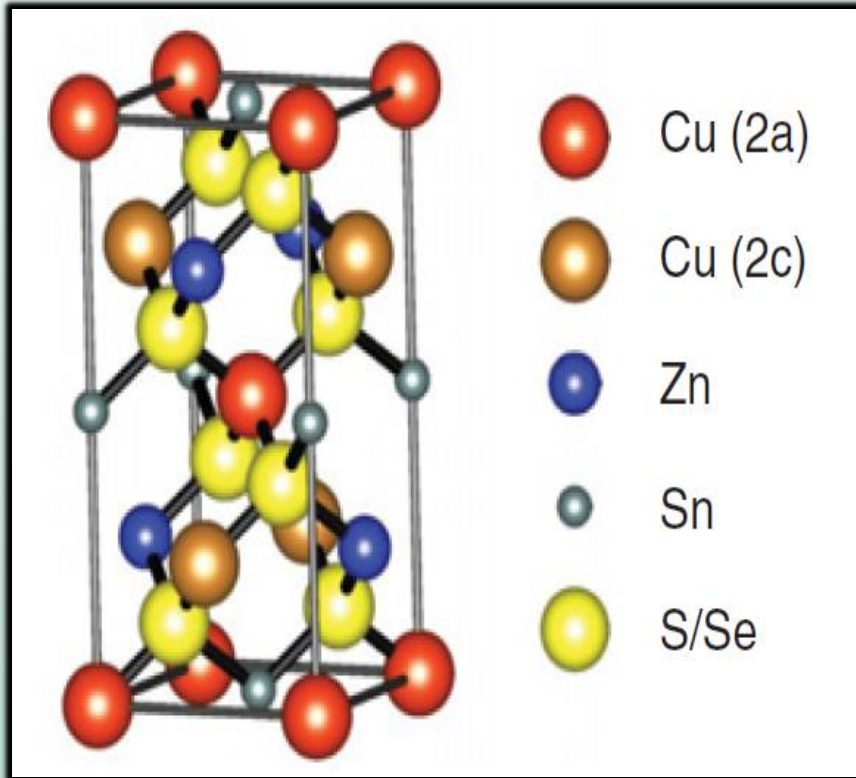
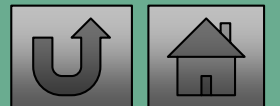
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

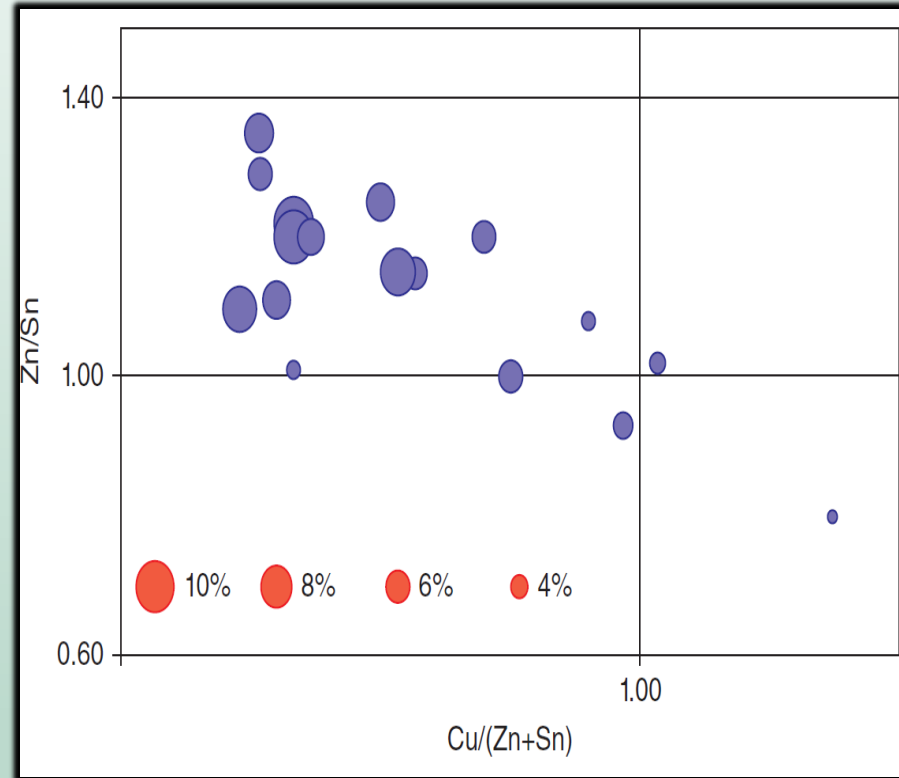
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای

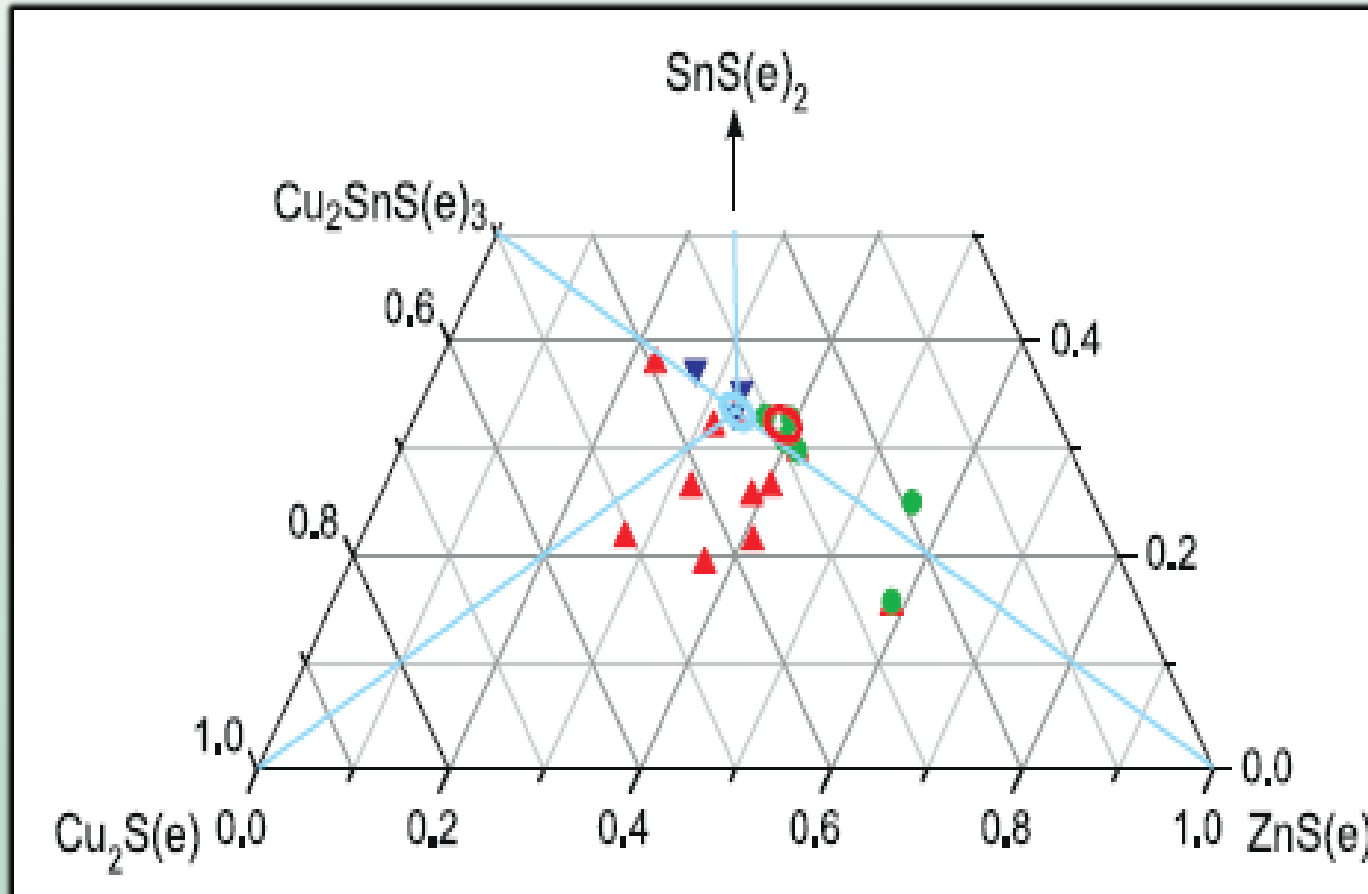


شکل (۵). ترکیب $Cu_2ZnSn(S,Se)_4$ در ساختار کسترایت



شکل (۴). بازدهی کسترایت ها بر حسب اجزای تشکیل دهنده

آنالیز سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۶). مناطق دیاگرام فاز در سلول خورشیدی CZTS

مقدمه

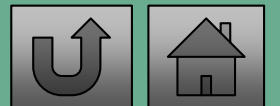
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

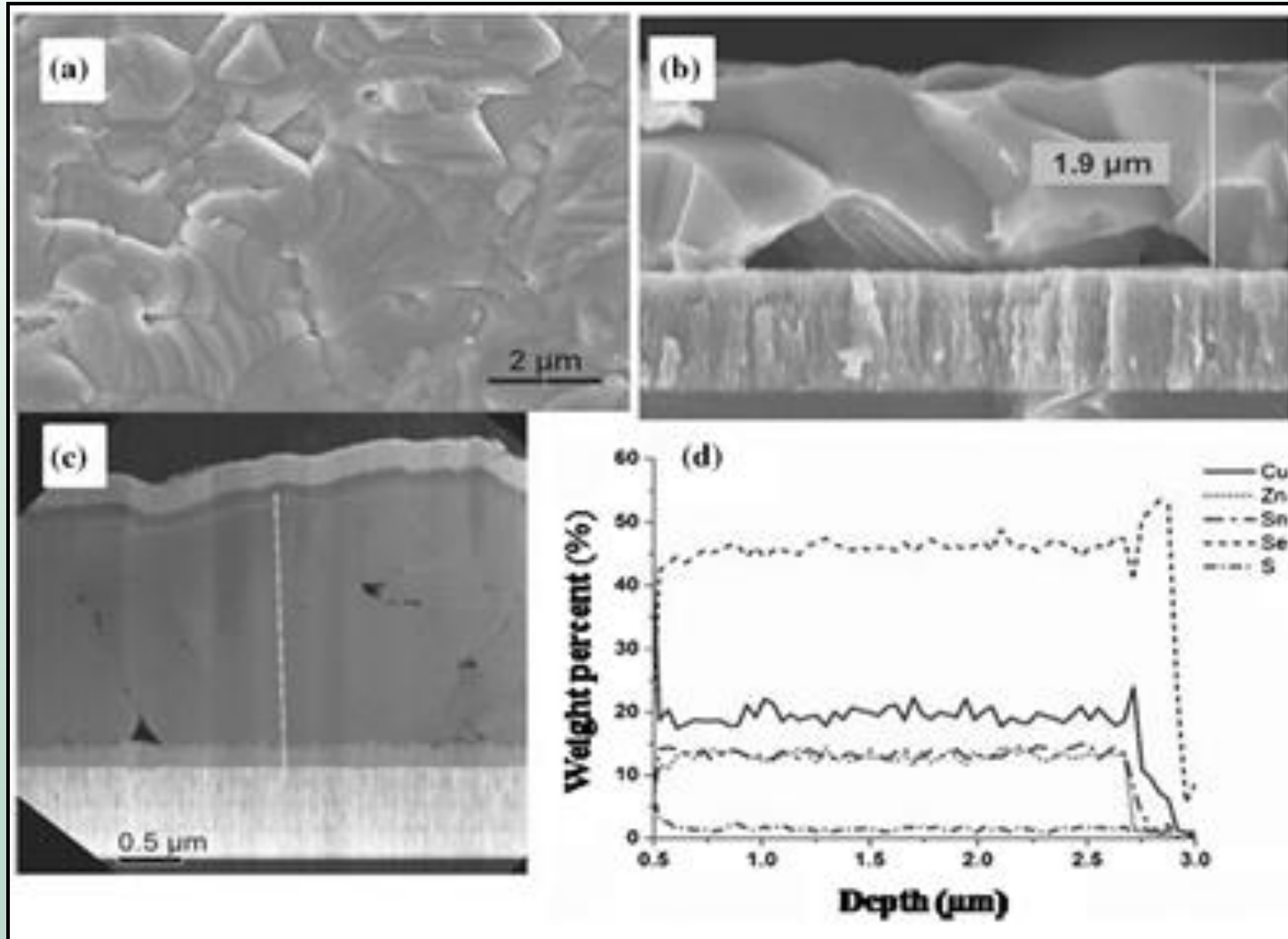
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهات



آنالیز سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۷). بازدهی ثبت شده ۱۱/۱٪ ادوات CZTSS: الف) نمای فوقانی SEM (ب) مقطع عرضی (ج) مقطع عرضی TEM، و (د) پروفایل عمق EDX

مقدمه

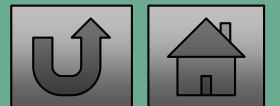
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

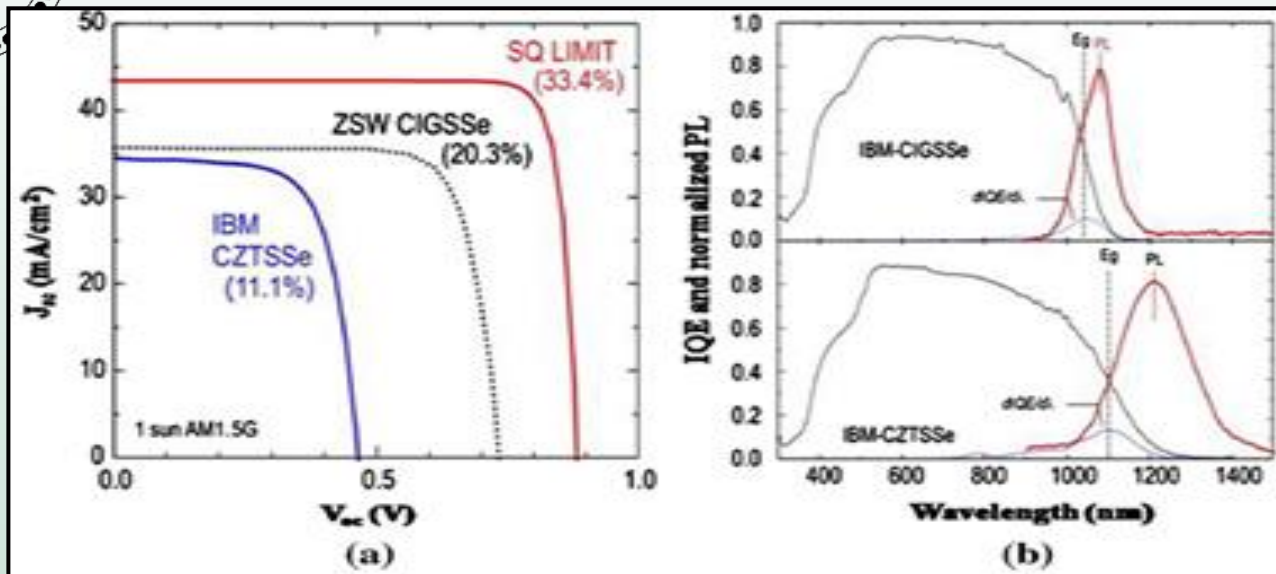
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



چالش های سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۸). الف) مشخصه های J-V سلول IBM CZTSSe، سلول ZSW-CIGSSe و یک سلول حد S-Q (ب) بازده کوانتومی داخلی (IQE) و طیف فوتولومینسانس

تلفات تاثیر گذار در J_{sc} سلول IBM-CZTSSe



تلفات سایه اندازی شبکه فلزی بالایی
تلفات بازتاب ناشی شده از پشته بالایی
تلفات جذب لایه های TCO و کادمیوم سولفاید (CdS)
تلفات مجموعه حامل ها

denct), respectively (see text).

Solar cell	V_{oc} (V)	J_{sc} (mA/cm^2)	Fill factor (%)	Eff. (%)	E_g (eV)	J_{scN} (%)	$V_{oc,def}$ (V)	R_{St} (Ω)	Area (cm^2)	J_0 (mA/cm^2)	Ref.
IBM-CZTSSe	0.460	34.5	69.8	11.1	1.13	79.5	0.670	0.40-0.60	1.48	1.34×10^{-4}	[558]
IBM-CIGSSe	0.623	32.6	75.0	15.2	1.16	78.2	0.547	0.75	1.49	9.8×10^{-6}	[594]
ZSW-CIGSSe	0.730	35.7	77.7	20.3	1.14	83.2	0.410	0.23	1.38	4.2×10^{-8}	[597]
SQ 1.13 eV	0.883	43.4	87.2	33.4	1.13	100	0.247	0	1	4.55×10^{-14}	-

مقدمه

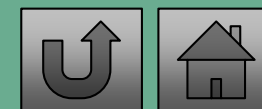
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

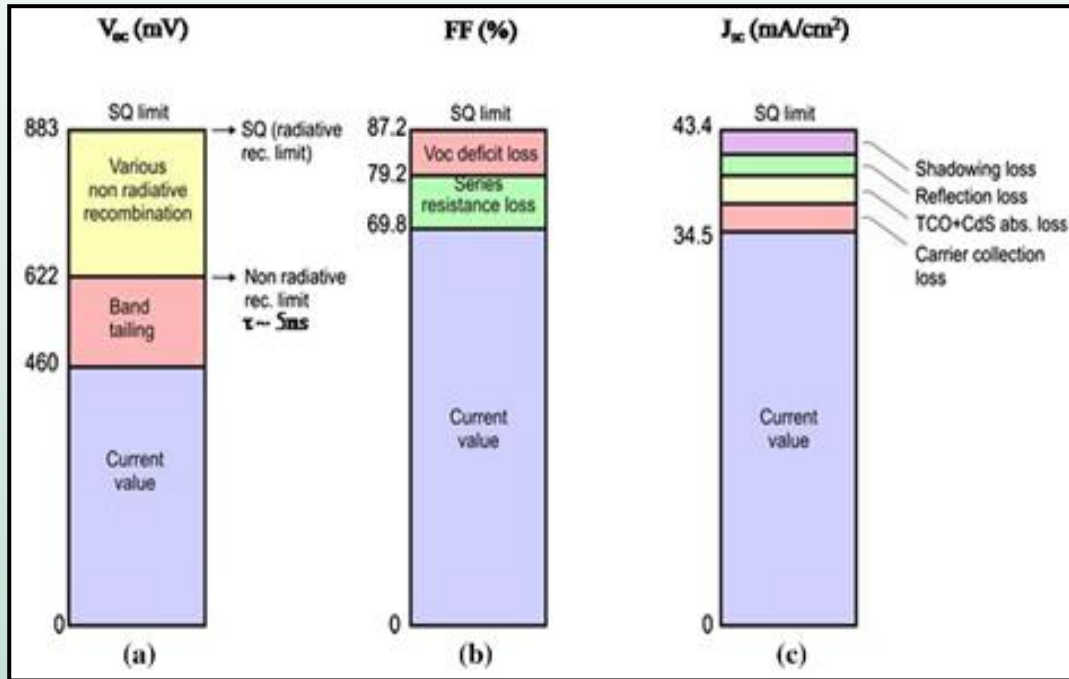
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



چالش های سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۹). تجزیه و تحلیل شکست مکانیزم های مختلف تلفات در دیاگرام سلول CZTSSe با بازدهی ۱۱/۱٪

دو موضوع مطرح در CZTSSe

کسری V_{oc}
کمبود ضریب پری

کسری V_{oc} در سلول CZTSSe

اثر دنباله دار
شدن باند

بازترکیب غیر
تابشی

ناشی از نوسانات پتانسیل الکترواستاتیک

بازترکیب بدنه

بازترکیب
سطح واسط

$$V_{OC,N} = V_{OC} \cdot q / AkBT$$

$$Fill\ factor = [V_{OC,N} - \ln(V_{OC,N} + 0.72)] / (V_{OC,N} + 1)$$

مقدمه

مواد و روش ها

آنالیز سیستم

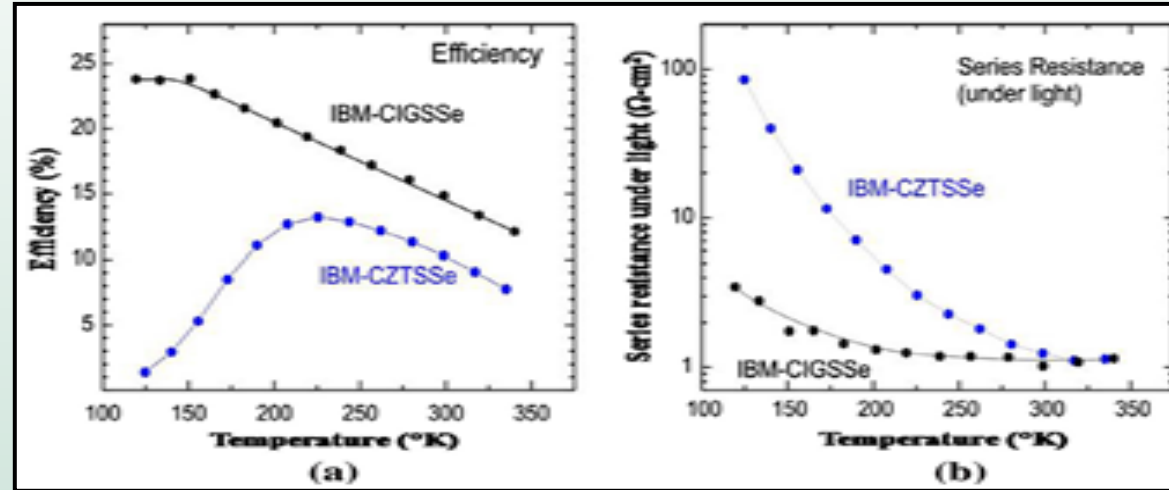
تحلیل نقص ها

جمع بندی

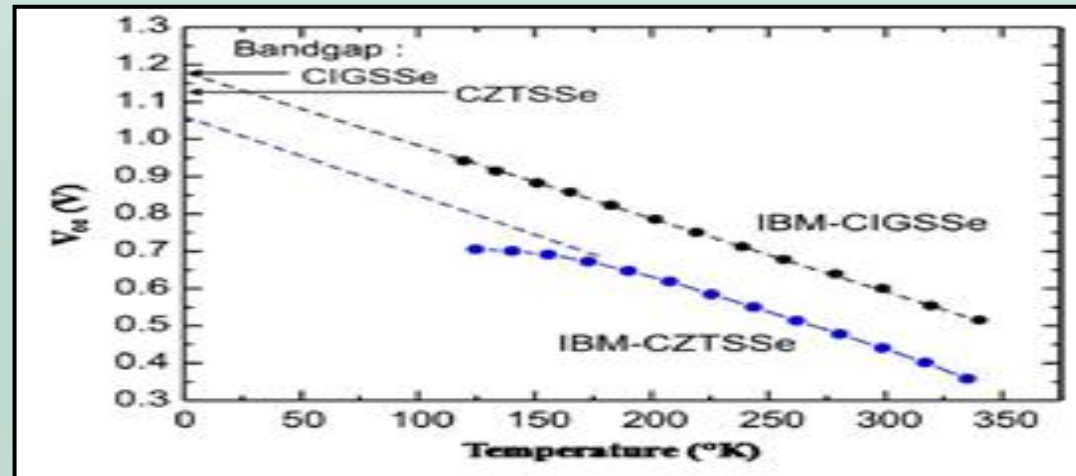
پیشنهادهای



چالش های سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۱۰). وابستگی دمایی (الف) بازدهی، و (ب) مقاومت سری تحت شرایط نور در سلول های خورشیدی IBM-CIGSSe نسبت به IBM-CZTSSe



شکل (۱۱). وابستگی دمایی V_{OC} برای سلول های خورشیدی IBM-CIGSSe و IBM-CZTSSe

مقدمه

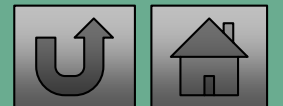
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

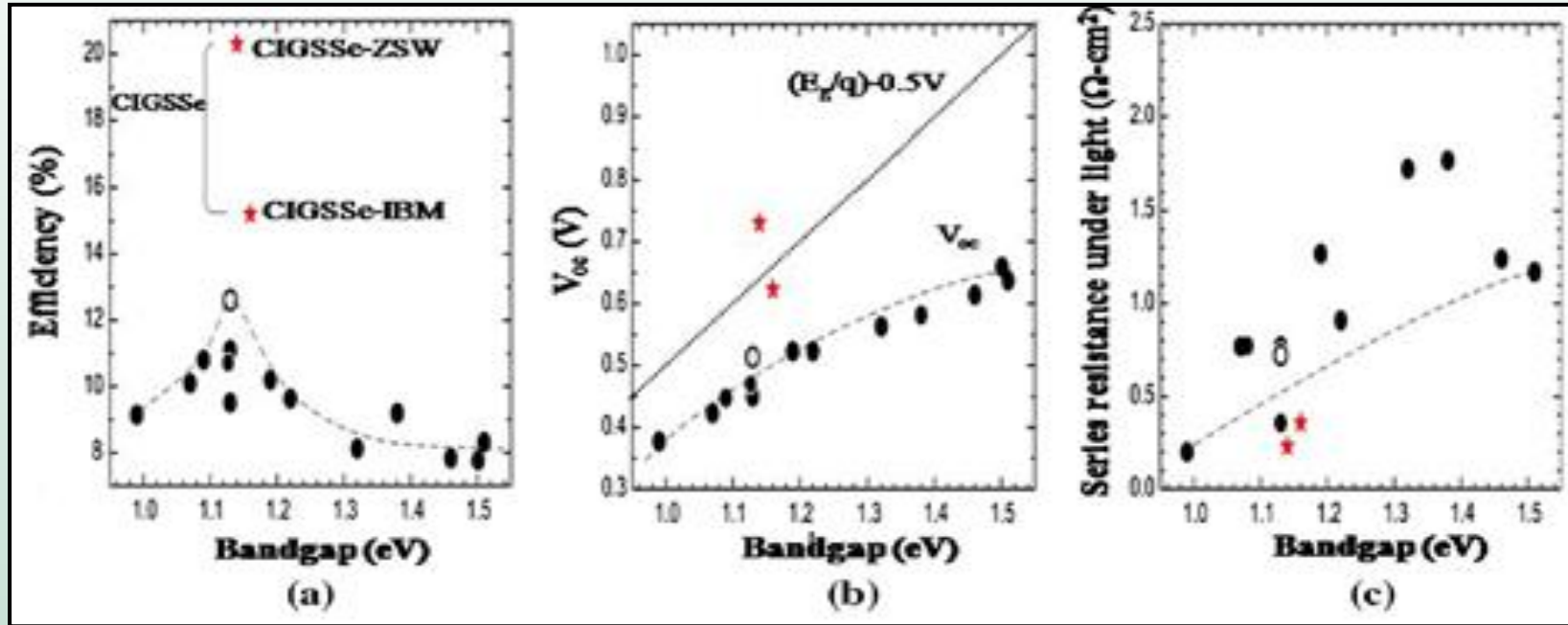
تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



چالش های سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)



شکل (۱۲). مشخصه های وابسته به شکاف باند در سلول های پیشرو CIGS و CZTSSe (دایره) و CZTS (ستاره).

برای کاهش کمبود V_{oc}

کسری V_{oc}

افزایش کیفیت سطح واسط جاذب و یا تغییر ویژگی بدنه
تمرکز بر روی شکاف باند کم CZTSSe
به حداقل رساندن حالات لبه

نقص های تله الکترونی
ثابت دی الکتریک پایین
باز ترکیب بالاتر سطح واسط
افزایش مقاومت سری

مقدمه

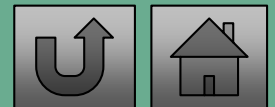
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



چالش های سلول های خورشیدی مبتنی بر کستریت ها ($CZTS_xSe_{1-x}$)

پراکندگی رامان
پراش نوترون
جذب اشعه X

تشکیل فازهای ثانویه

فازهای ثانویه با شکاف باند کمتر از CZTSSe

کاهش

V_O

C

فازهای با رسانایی بالا، $Cu_x(S,Se)$ به علت اثر شنت، عملکرد مخربی دارند

راه حل

لایه جاذب با مس کم یا زدایش پتاسیم سیانید

شکاف باند فازهای ثانویه متداول مرتبط با کستریت ها

ترکیب	انرژی شکاف باند (eV)
Cu_2ZnSnS_4	۱/۵
ZnS	۳/۷
SnS_2	~۲/۵
Cu_2SnS_3	۱/۰
Cu_2S	۱/۲
SnS	غیرمستقیم ۱/۰، مستقیم ۱/۳
$Cu_2ZnSnSe_4$	۱/۰
ZnSe	۲/۷
$SnSe_2$	۱/۰-۱/۶
Cu_2SnSe_3	۰/۸
Cu_2Se	۱/۲
SnSe	۱/۳

مقدمه

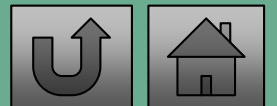
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



- مقدمه ای بر سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها
- فرآیند های ساخت سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها
- شرایط محیطی ساخت سلول های خورشیدی مبتنی بر کسترایت ها
- انواع نقص ها و تاثیر آن در عملکرد سلول های خورشیدی CZTS
- راه حل هایی برای مقابله با نقص ها

مقدمه

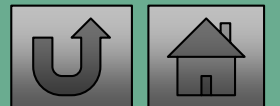
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای



بعد از آشنایی با روش های سنتز و مشخصه یابی سلول های خورشیدی CZTS، می توان با بررسی دقیق پارامتر های موثر بر مشخصات الکتریکی و اپتیکی سلول خورشیدی و استفاده از روش های سنتز مناسب و آسان و در دسترس، مشخصات سلول های خورشیدی CZTS را بهبود داد.

مقدمه

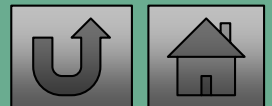
مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشهادات





مراجع

مقدمه

مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهات





با تشکر از توجه شما

مقدمه

مواد و روش ها

آنالیز سیستم

تحلیل نقص ها

جمع بندی

پیشنهادهای

