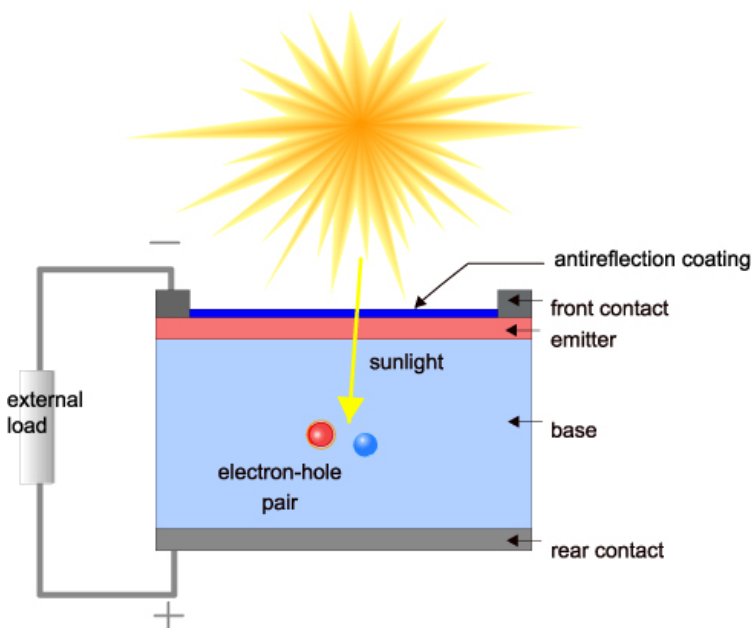


1) Structure et principe de fonctionnement d'une cellule solaire

Une cellule solaire est un composant électronique qui convertit la lumière du soleil en électricité. La structure de base est présentée sur la figure ci-dessous.

Le principe de la conversion photovoltaïque peut être décrit par les mécanismes suivants :

- absorption des photons incidents et création de paires électron-trou si l'énergie du photon incident est supérieure au gap du matériau.
- Diffusion des porteurs de charges minoritaires jusqu'à la zone de charge d'espace. Transfert des charges électriques dans la zone où elles vont être majoritaires grâce au champ électrique présent au niveau de la zone de charge d'espace de la jonction pn et collecte. Au cours de la diffusion des charges vers la zone de charge d'espace les charges électriques peuvent se recombiner et être perdues.
- dissipation de puissance dans la charge et dans les résistances parasites.



Structure de base d'une cellule solaire

La caractéristique courant-tension sous obscurité est celle d'une diode (récepteur). Sous éclairage, cette caractéristique se décale vers les courants négatifs, la cellule solaire peut alors jouer le rôle de générateur de puissance.

2) Détail des séances TP salle blanche

S1: Photolitho Ouverture Zone Active (OZAC)

Promoteur + Resine S1813

Insolation EVG 10'' ; MA6 10''

Gravure BOE (HF/NH₄F) avec démouillage FAR @ 30°C environ 4'45''

Retrait résine dans remover

Texturation KOH à 2,8% massique (21mL de KOH 40% complété à 300mL par EDI)

Chauffage à 80°C, ajouter 23mL d'IPA au début de texturation, 30min (tourner les plaques régulièrement) – moitié des plaques seulement

nett HF5%/caro/HF5% -- penser à ajouter le témoin

Rq : inutile de sécher les plaques entre BOE/remover/HF...

Diffusion phosphore prgm POC13880 (880°C pdt 25min) avec une plaque témoin

nettoyé (*après diffusion ZA et plaque témoin couleur bleue*)

Rq : le four à diffusion est long à ouvrir, lancer l'ouverture au moment du dernier rinçage

S2: Sortie des plaquettes :

Quand 700°C < T < 750°C, vérifiez l'état « hold » du four

Cliquez « continue » pour ouvrir puis après déchargement « Idle » pour refermer

Retrait de l'oxyde de Phosphore HF 5% (*1'15'', surveiller le démouillage – attention c'est un peu plus long sur les plaques texturées*)

R² = ~ ohm sur témoin

Nettoyage HF5%/caro/HF5% avant mise sous pulvé - FAR au-dessus (*le premier HF n'est pas nécessaire et on peut garder le même HF que lors de la gravure*)

30 min de pompage dans le bâti de pulvé suffisent pour atteindre 1.10⁻⁶ mbar

Dépôts 2µm d'aluminium FAR (600s @ 1000W)

S3: RTA des 2µm d'aluminium @ 800°C pdt 20sec (prgm TP_Cell_800_DC)

Dépôt PECVD SiN 17sec ~75nm N=1.9 @ 633nm + 1dépôt sur le témoin (*sera utilisé pour l'étalonnage de la gravure SiN*)

Photolitho pour gravure SiN et lift off alu : (cf tableau ci-dessous pour conditions)

Enduction primer + résine AZ5214E

Soft bake

Expo à travers le masque met

Relaxation

Recuit d'inversion

Flood expo au travers de la plaque en verre

Développeur AZ 1 : EDI 1 : 30s à 1min (observer + laisser 5'' de +)

Etaler résine AZ en FAR (protection alu)

Hard bake FAV/séchage FAR (FAR au-dessus). 1min @120°C

S4: Gravure BOE à Tamb (*étalonner V gravure avec le témoin : ~40'' dont 10'' aux ultrasons, la résine tient bien, démouillage visible également sur les plaques processées*)

Mise sous vide pulvé –

Dépôts alu

dépôt 7min40'' @ 300W* pression 8.10^{-3} mbar ~600nm d'aluminium

Lift off

lift off: US+acétone ~10 minutes

Process Résine AZ5214E substrats NON TEXTURES

	M7 (litho EVG)	M15 (litho MA6)
Enduction primer puis résine AZ5214E	RPM 30'' @ 4000 / rampe1	RPM 30'' @ 4000 /acc $40*100s^{-2}$
Soft bake	50'' @110°C	100'' @110°C
1 ^{ère} Expo à travers mask met1	5''	15 ou 20''
relaxation	Attente de 5-10min	
Recuit d'inversion	2min @120°C	2min @120°C
Flood expo	45'' au travers de la plaque en verre	150'' au travers de la plaque en verre
Développeur AZ 1 : EDI 1	~1min	~30''
<i>Enduction résine en face arrière pour protection de l'aluminium (pas de primer)</i>		
Hardbake	1min @120°C	1min @120°C

Process Résine AZ5214E substrats TEXTURES

		M15 (litho MA6)
Enduction primer substrat en rotation		30'' @ 4000rpm /acc $40*100s^{-2}$
Enduction résine AZ5214E <i>En deux étapes immédiatement successives (faire les 2 programmes à l'avance pour n'avoir à appuyer qu'un bouton)</i>		10'' @ 1000rpm /acc $10*100s^{-2}$
		30'' @ 4000rpm /acc $40*100s^{-2}$
Soft bake		100'' @110°C
1 ^{ère} Expo à travers mask met1		9''
relaxation		Attente de 5-10min
Recuit d'inversion		2min @120°C
Flood expo		150'' au travers de la plaque en verre
Développeur AZ 1 : EDI 1		~30''
<i>Enduction résine en face arrière pour protection de l'aluminium (pas de primer)</i>		
Hardbake		1min @120°C

Quelques infos utiles :

- attaque KOH sur Si eau/isopropanol 80°C

{111} 0,006µm/min

{110} 0,1µm/min

{100} 0,6µm/min

- rôle de la relaxation

Lors de l'exposition aux UV, la résine réagit avec un dégazage de N₂. Le but de la relaxation est de permettre à tout l'azote d'être évacué avant de faire le recuit d'inversion

- enduction de la résine en deux étapes

Lorsqu'un substrat est texturé, réaliser un premier spin lent permet à la résine de bien suivre les reliefs, puis le 2^{ème} spin rapide permet d'évacuer l'excès de résine pour obtenir l'épaisseur voulue, ici $\sim 1,4\mu\text{m}$ (les 2 derniers chiffres du nom de la résine)

Pour cela, il est possible de faire une double programmation de la tournette

- temps d'insolation plus court

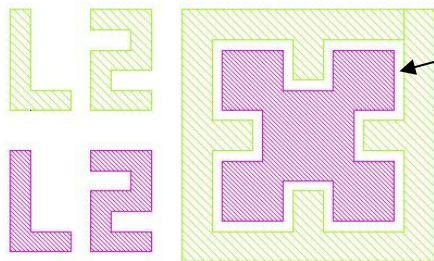
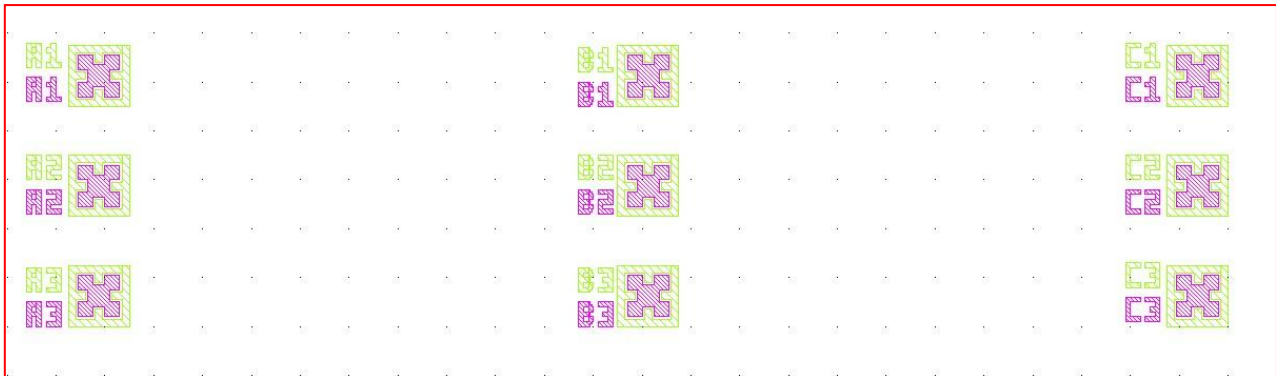
La texture provoque une diffusion latérale de la lumière qui provoque donc une insolation de la résine moins respectueuse du motif. Si l'insolation est trop longue, le motif se perd totalement

Remarque pour la S1813 :

- En cas d'échec de la photolitho, il est préférable d'enlever la résine au plasma plutôt qu'au remover
- En cas de souci de développement (ça débouche pas), il est possible d'ajouter des US pendant le développement, ou de faire déboucher au plasma O₂ (30s)

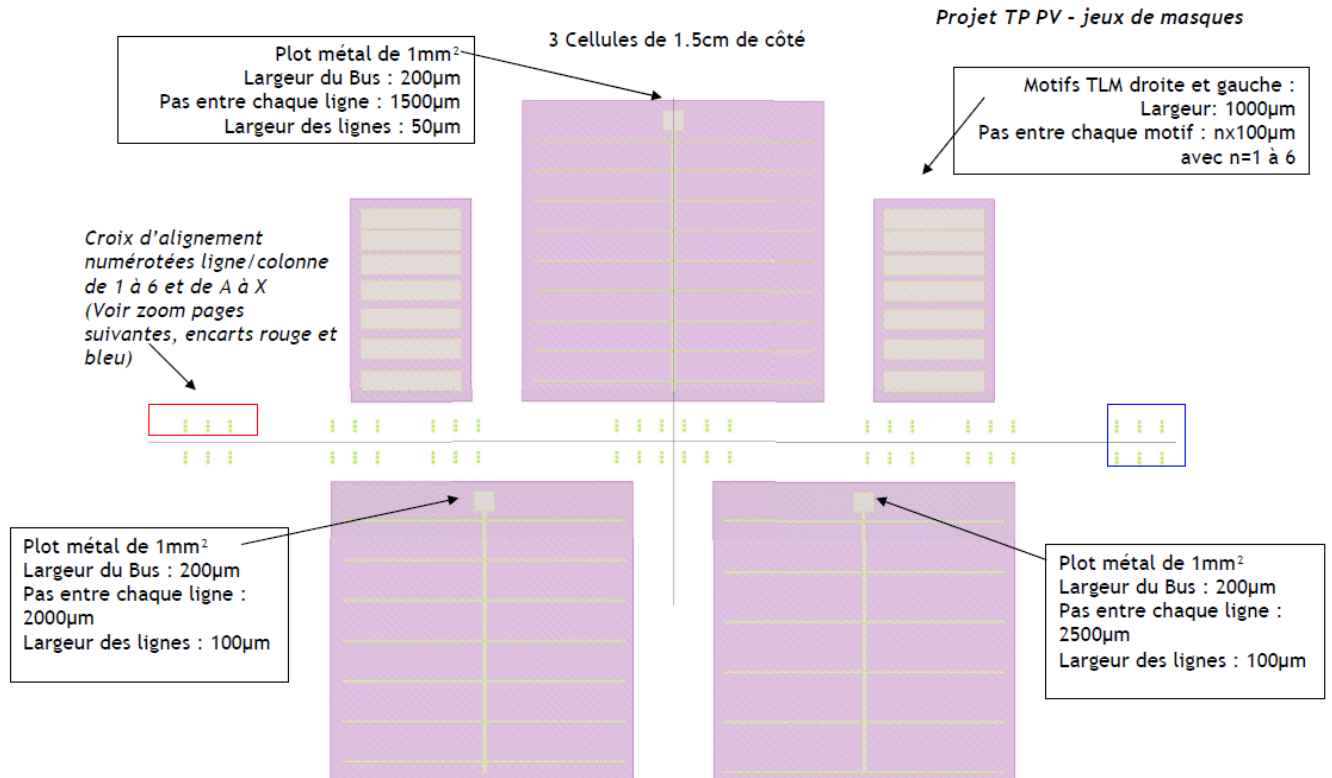
3) Détail du layout

Croix d'alignement :



5 µm d'espace pour l'alignement entre croix rose niveau ouverture et le cadre de la croix verte niveau métal

Layout final :



4) Cellules solaires – process flow



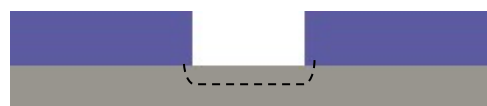
Etapes sous-traitées :
Plaquette vierge nettoyée



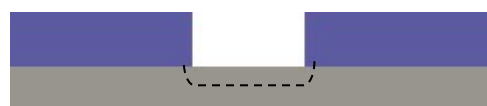
Oxydation humide $e \approx 500\text{nm}$



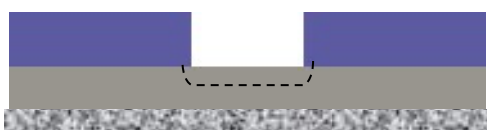
S1: **Photolithographie Ouverture Zone Active (OZAC)**
Gravure BOE ($\text{HF}/\text{NH}_4\text{F}$)
(optionnel : Texturation KOH)



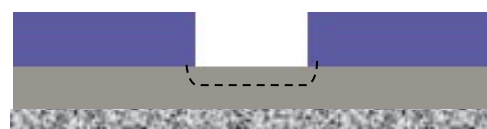
Nettoyage
Diffusion phosphore



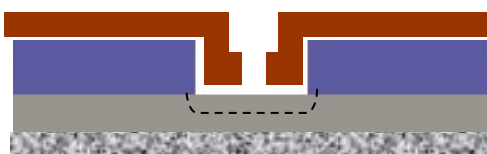
S2: **Retrait verre de phosphore**
Nettoyage



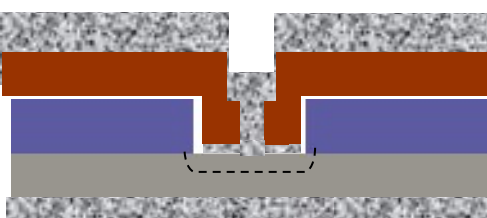
Dépôt aluminium FAR



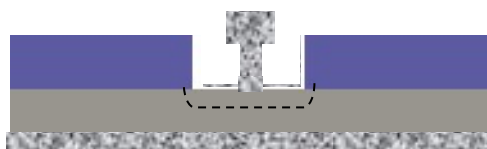
S3: **RTA**
Dépôt SiN



Photolithographie pour gravure SiN
et lift off alu



S4: **Dépôt aluminium**



lift-off
Cellule solaire finale