



SEMINAIRE

(de 13 h à 14 h, amphithéâtre PHELMA, Bât. INP, MINATEC,
ouvert aux chercheurs des autres laboratoires)

Jeudi 13 décembre 2012

“Purification et Cristallisation de Silicium Métallurgique pour application photovoltaïque”

par Jed KRAIEM

Résumé : L'industrie photovoltaïque, pour répondre à une demande de plus en plus forte dans les années à venir (>50% par an), ne pourra plus s'appuyer sur une source unique de Silicium comme c'est le cas aujourd'hui avec le polysilicium obtenu par le procédé Siemens, énergivore et polluant (20kg d'HCl/kg de Si produit). Par contre, la disponibilité du silicium dit de qualité métallurgique (Si MG), est quasiment sans limite, la matière première pour la fabrication du silicium, le quartz (SiO_2) et le carbone (C), étant abondante. C'est le constat fait dès 1997 par des experts du photovoltaïque et c'est pour cela que le projet PHOTOSIL, regroupant FerroPEM, Apollon Solar, le CEA et le CNRS, est orienté vers la purification du silicium de qualité métallurgique (Si MG) à un degré de pureté permettant son utilisation comme matière première pour l'industrie photovoltaïque. Cependant l'obtention de silicium de qualité solaire à partir de Si MG nécessite la résolution de plusieurs problématiques scientifiques dont les principales sont :

1- Malgré les étapes de purification, le silicium solaire obtenu à partir de Si MG contient assez de bore et de phosphore pour en faire un matériau compensé aux propriétés singulières ;

2- Au-delà des problèmes de découpe et de fragilité des plaquettes que la présence de carbone et les précipités de SiC peuvent induire, le SiC peut également provoquer des courts-circuits au niveau de la cellule, rendant tout ou partie du lingot inexploitable ;

3- L'oxygène dans le silicium, surtout lorsque ce dernier est de type p, provoque la formation de paires Bore-Oxygène qui se dissocient sous éclairage, dégradant les propriétés photovoltaïques.

4- L'impact de Laitiers (oxydes divers : CaO , Al_2O_3 ,...) est très mal connu, mais nul doute qu'il doit être non négligeable ;

5- Les impuretés métalliques ont été les plus étudiées dans le silicium et la communauté scientifique pensait en avoir compris l'essentiel du comportement. Leurs études ayant souvent été réalisées au cas par cas et non simultanément, plusieurs groupes de chercheurs ont récemment mis en évidence la présence de complexes intermétalliques jamais vus auparavant et dont l'influence est moins importante que lorsque les impuretés sont « non complexées ».

Dans ce contexte, nous présenterons le procédé Photosil, en détaillerons chacune des étapes afin de comprendre les difficultés rencontrées, les moyens mis en œuvre pour les résoudre et ayant permis l'obtention d'un silicium suffisamment pur pour la fabrication de lingots mono-cristallins et de cellules photovoltaïques à plus de 19% de rendement, record du monde à ce jour.

Jed Kraiem est Directeur de l'Innovation chez Apollon Solar depuis Janvier 2012. Ancien élève de l'INSA de Lyon, il a obtenu le titre de docteur en 2005. Ses travaux de recherche vont de la purification du Silicium métallurgique, jusqu'à la caractérisation avancée de dispositifs photovoltaïques en passant par la cristallisation et la fabrication de cellules photovoltaïques. Il est l'auteur de 6 présentations orales internationales invitées, de plus de 50 articles publiés dans des journaux ou conférences internationales, et de 7 brevets internationaux.

*Institut de Microélectronique, Electromagnétisme et Photonique
MINATEC, INPG, 3 Parvis Louis Neel, BP 257, 38016 GRENOBLE CEDEX 1, France
Tél. +33 (0) 456.529.503 - Fax. +33 (0) 456.529.501
UMR 5130 CNRS INPG UJF
Institut Polytechnique de GRENOBLE*