

Soutenance d'une thèse de doctorat
De l'Université de Lyon
Opérée au sein de l'INSA Lyon
 La soutenance a lieu par visioconférence

Candidat	MME CARTON Louise
Fonction	Doctorant
Laboratoire INSA	LAMCOS
Ecole Doctorale	ED162 : Mécanique, Energétique, Génie Civil, Acoustique
Titre de la thèse	« Comportement mécanique des tranches fines de silicium pour applications photovoltaïques : influence de la qualité du matériau et de sa découpe en tranches / Mechanical properties of thin silicon wafers for photovoltaic applications: influence of material quality and sawing process »
Date et heure de soutenance	01/12/2020 à 10h
Lieu de soutenance	Salle 107 bâtiment Lynx 4 INES (50 avenue du Lac Léman 73375 Le Bourget-du-Lac) (Visioconférence)

Composition du Jury

Civilité	Nom	Prénom	Grade / Qualité	Rôle
M.	NELIAS	Daniel	Professeur	Directeur de thèse
M.	RIVA	Roland	Docteur	Examineur
MME	FOURMEAU	Marion	Maître de conférences	Examineur
M.	SCHOENFELDER	Stephan	Professeur	Rapporteur
M.	PAGGI	Marco	Professeur	Rapporteur
M.	GUILLEMOLES	Jean-François	Directeur de recherche	Examineur

Résumé

Le wafer de silicium cristallin est le composant clé de la cellule solaire et représente une part significative du prix du module photovoltaïque. La réduction de l'épaisseur des wafers offre donc une voie privilégiée pour diminuer les coûts de production de l'énergie solaire. Le maintien de faibles taux de casse lors de la manipulation de ces fines plaquettes reste cependant un obstacle majeur. Dans ce contexte, il est primordial d'améliorer notre compréhension des mécanismes de fragilisation et de rupture des wafers.

Ce travail étudie les propriétés mécaniques des wafers de silicium obtenus par découpe au fil diamanté. Nous avons développé une méthodologie de caractérisation mécanique adaptée à l'extrême fragilité de ces échantillons, en combinant des essais de rupture en flexion 4-lignes, biaxiale ainsi que des sollicitations dynamiques par chocs. En parallèle, des simulations par la méthode des éléments finis ont été implémentées afin de mieux comprendre les phénomènes en jeu.

Des essais réalisés sur des échantillons bruts de découpe, attaqués chimiquement et recuits thermiquement ont révélé que l'endommagement le plus critique pour la défaillance mécanique se situe dans une couche de faible épaisseur ($< 3 \mu\text{m}$) sous la surface, dont les propriétés sont contrôlées par l'étape de découpe. Au travers d'une vaste campagne de caractérisation sur des wafers de différentes épaisseurs (de 180 à 100 μm), nous avons montré que l'amincissement des plaquettes permet un gain de flexibilité sans diminution de la résistance mécanique intrinsèque, mais qui s'accompagne d'un risque plus élevé de rupture suite à un impact sur la tranche. Enfin, nous avons mis en évidence que les défauts structuraux dans le silicium multicristallin et mono-like sont indirectement responsables de la diminution de la résistance à rupture des wafers : la difficulté accrue du fil à traverser ces défauts se traduit par des microfissures plus profondes.