

Résumé :

Fragilisation et rupture du silicium implanté dans le procédé SMART CUTTM : modélisation et simulation par éléments finis.

Le procédé SMART CUTTM permet d'obtenir une très fine couche de silicium isolée électriquement d'un substrat. Le substrat est également du silicium monocristallin et l'isolant, de l'oxyde de silicium.

Une étape déstabilise par implantation la cristallinité d'un premier substrat de silicium, sur une fine couche enterrée d'une centaine de nanomètres. Après un collage à un second substrat de silicium, l'assemblage ainsi constitué est recuit. Le regroupement des espèces implantées pendant cette étape déclenche une rupture de l'assemblage dans la zone fragilisée et laisse une fine couche de silicium collée à un substrat de silicium.

Des expériences ciblées ont permis de déterminer et de modéliser l'évolution des propriétés mécaniques très peu connues du silicium implanté, lors de l'étape d'implantation et de recuit. Des expériences numériques par éléments finis ont également été mises en place afin d'apporter d'autres éléments nouveaux de compréhension sur les niveaux de fragilisation en fonction de la dose et de l'énergie d'implantation, et sur les modes de fissuration qui génèrent la rugosité après rupture en fin de recuit.

Mots clé : silicium monocristallin, implantation, modèle des zones cohésives, méthode des éléments finis étendus, mécanique de la rupture.

Abstract :

Weakening and fracture of implanted silicon in the SMART CUTTM process: modelling and simulation by finite elements.

The SMART CUTTM enables the obtention of a very thin silicon layer, electrically isolated from its substrate. The substrate is a single crystal silicon too, the insulator is a silicon dioxide layer.

The crystallinity of a first silicon substrate is destabilized by an implantation step, in a nanometric embedded zone. After a bonding step, this assembly is annealed. The gathering of the implanted species during this step induces the fracture of the assembly in the damaged zone and lets a thin silicon layer bonded to a silicon substrate.

Chosen experiments permitted to determine and to model the evolution of the hardly known mechanical properties of the implanted silicon, during the implantation step and during the annealing. Numerical experiments by finite elements were made to bring additional data for a better understanding of the weakening of the implanted silicon in function of the dose and the implantation energy, and a better understanding of the fracture modes which generate the roughness at the end of the annealing.

Keywords: single crystal silicon, implantation, cohesive zone model, extended finite element method, fracture mechanics.