

## Résumé

Dans le but d'atteindre une température de fonctionnement élevée tout en conservant de fortes exigences sur les performances des photodétecteurs infrarouges, la pression sur la qualité du matériau HgCdTe augmente de plus en plus. En particulier, une attention spéciale est maintenant portée aux contraintes et à leur relaxation des les photodiodes HgCdTe. Bien que de récentes études se soient concentrées sur la déformation induite par un désaccord paramétrique sur des surfaces de la taille d'un plaque, aucune étude expérimentale n'a été capable de résoudre la déformation au niveau micrométrique.

La limite de résolution spatiale millimétrique typique de la diffraction standard peut être dépassée en utilisant un faisceau synchrotron de rayons X focalisés. En effet, en effectuant des mesures de microdiffraction Laue, nous pouvons cartographier, avec une résolution submicronique, à la fois la contrainte déviatorique locale et l'orientation de la maille. Cette thèse se concentre sur l'analyse de tranchées gravées à l'intérieur des couches de HgCdTe avec des variations sur les étapes de passivation et de recuit. Nous sommes en mesure d'étudier une cartographie précise autour de la gravure et d'apprécier les effets locaux des étapes de traitement. La cartographie de déplacement des pics de diffraction montre la courbure des plans cristallins autour des tranchées gravées, avec une forte dépendance aux étapes technologiques.

Ensuite, nous nous concentrons sur la position relative de tous les pics, qui sont mesurés simultanément. En supposant une contrainte bi-axiale entre la couche et le substrat, la pente du déplacement relatif du pic en fonction de leur position fournit directement la valeur de contrainte subie par le matériau. Ainsi, nous mesurons la déformation à travers l'ensemble de l'échantillon avec une précision de  $3.10^{-5}$  et la cartographions avec une précision de position submicronique.

Enfin, nous montrons comment l'utilisation d'un système de flexion 3 points conduit à la détermination expérimentale du seuil de plasticité dans les structures épitaxiées HgCdTe / CdZnTe ainsi qu'à la distribution spatiale de la contrainte appliquée. La dynamique du régime élastique au régime plastique et le comportement de la couche une fois que le seuil plastique est atteint sont étudiés. De plus, l'étape de gravure crée des bords abrupts à l'intérieur de la couche, conduisant à une modification du champ de contrainte en la concentrant sur les angles de la tranchée.

## Abstract

Within the general goal of reaching high operating temperature while maintaining strong requirements on infrared photodetector performances, the pressure on HgCdTe material quality is increasingly growing. In particular, careful attention is now being paid to stress and stress relaxation within HgCdTe photodiodes. While recent studies have focused on the lattice mismatch induced strain over areas in the order of the wafer, no experimental investigation has been able to resolve the strain at the micrometer level.

The typical millimetric spatial resolution limit of standard diffraction can be overtaken using a focused synchrotron X-ray white beam. Indeed, by performing Laue microdiffraction measurements, we can map with a sub-micrometer resolution both the local deviatoric strain and lattice orientation. This thesis focuses on the analysis of etched trenches inside HgCdTe layers with variations on passivation and annealing steps. We are able to investigate a precise mapping around the etching and appreciate the local effects of the processing steps. Diffraction peak displacement mapping evidences bending of the crystal planes around etched trenches, with strong dependence upon the processing steps.

Then, we focus on the relative position of all the peaks which are measured simultaneously. Assuming a bi-axial strain between layer and substrate, the slope of the peak relative displacement as a function of their position directly provides the strain value undergone by the material. Thus, we measure the strain through the entire sample with a precision of  $3.10^{-5}$  and map it with a sub-micronic position precision.

Finally, we show how the use of a three point calibrated bending set-up leads to the experimental determination of the plasticity threshold in HgCdTe/CdZnTe epitaxial structures together with the spatial distribution of the applied strain. The dynamics from elastic to plastic regime and the layer behavior once the plastic threshold is reached are investigated. Furthermore, the etching step creates abrupt edges inside the layer, leading to a modification of the strain field by concentrating it on the angles of the trench.