

As it was planned, the work was divided into four parts:

- (i) the sample preparation,
 - (ii) the measurement of the samples,
 - (iii) the evaluation, comparison with other techniques, parameterization and database setup, and
 - (iv) the application of the models for ex situ and real time measurements.
1. The ion (Xe), energy (350 keV), and doses (1-32 $10E13$ ions/cm²) were determined for the ion implantation of single- and poly-crystalline CdTe using calculations and simulations (see www.srim.org for the software "The Stopping and Range of Ions in Matter". The goal was to achieve a defect density that varies systematically from sample to sample, and that is homogeneous within a given sample throughout the light penetration depth. The ion implantation was performed at MFA. We used Si samples to crosscheck the results on CdTe.
 2. The bulk optical properties and the surface-induced optical anisotropy spectra were measured using a dual-rotating compensator multichannel ellipsometer in Toledo. Before the ellipsometric measurements ion beam analysis was performed on the samples at MFA. These backscattering spectrometry measurements combined with channeling provided information on the defect density and disorder produced by ion implantation.
 3. The data collected with the dual-rotating compensator ellipsometer was evaluated in order to obtain the complex dielectric functions. Due to the high surface sensitivity of ellipsometry, the surface effect was taken into account to calculate the dielectric function of the damaged layer. The dielectric function was parameterized by critical point analysis using various theoretical models including model dielectric function, harmonic oscillator approximation, and standard critical-point model. The model parameters were correlated with the effective defect density by the comparison with implanted doses and defect densities obtained by ion beam analysis.
 4. The database and the models determined in (3.) will be used in the near future for the evaluation of the real time measured data to follow the growth of thin CdTe films.

The first results will be published on the ICSE4 (4th International Conference on Spectroscopic Ellipsometry, June 11-15, 2007, Stockholm, Sweden, abstract submitted, see below)

A tervezett munka 4 fő részre osztható:

- (i) mintakészítés,
 - (ii) minták megmérése,
 - (iii) kiértékelés, különböző mérések összehasonlítása, parametrizálás, adatbázis készítése,
 - (iv) a modellek alkalmazása utólagos és valós idejű mérésekre.
1. A szükséges ion fajtát (Xe), energiát (350 keV) és dózisokat (1-32 ion/cm²) az egy- és poli-kristályos CdTe ion implantációjához a SRIM program segítségével határoztuk meg (lásd www.srim.org "The Stopping and Range of Ions in Matter"). A célunk volt olyan hiba sűrűség elérése, amely szisztematikusan változik mintáról-mintára, és kellően homogén a fény behatolási mélységén belül. Az ion implantációt az MFA-ban hajtottuk végre.
 2. Az optikai tulajdonságokat egy kettős-forgókompenzátoros ellipszométerrel Toledo-ban mértük meg. Az ellipszométeres mérések előtt ion-nyalábos méréseket hajtottunk végre a mintákon az MFA-ban. Ezek a csatorna-hatással kombinált visszaszórásos mérések referencia információval szolgáltak a hibasűrűség mélység-eloszlására vonatkozólag.
 3. A kettős-forgókompenzátoros ellipszométerrel gyűjtött adatokat felhasználva nyertük a komplex dielektromos függvényeket. Az ellipszometria nagy érzékenysége miatt a felületi effektusokat figyelembe kellett venni, hogy a roncsolt rétegek dielektromos függvényeit kinyerhessük. A dielektromos függvényt parametrizáltuk: a kritikus pont analízis segítségével számos elméleti modell felhasználásával, köztük a modell dielektromos függvényvel, a harmonikus oszcillátor közelítéssel és a standard kritikus pont modellel. A modell paramétereket korreláltattuk az effektív hiba sűrűséggel, melyet az ionnyalábos analízis eredményeinek figyelembevételével kaptunk.
 4. A modelleket a közeli jövőben alkalmazni fogjuk CdTe processzálásának nyomonkövetésére, utólagos és valós idejű mérésekre egyaránt. A (3.) részben meghatározott adatbázis fog szolgálni vékony CdTe filmek kontrollált növekedésének követésére.

Az első eredményeinkről az ICSE4 konferencián (4th International Conference on Spectroscopic Ellipsometry, June 11-15, 2007, Stockholm, Sweden, előadáskivonat lejjebb) fogunk beszámolni.

Ion implantation induced disorder in single-crystal and sputter-deposited polycrystalline CdTe characterized by ellipsometry and backscattering spectrometry

P. Petrik¹, N. Q. Khanh, Jian Li², Jie Chen², R. W. Collins², M. Fried¹, G. Radnóczy, T. Lohner¹, J. Gyulai¹

¹Research Institute for Technical Physics and Materials Science, H-1525 Budapest, POB 49, Hungary

²Department of Physics and Astronomy, University of Toledo, Toledo, OH 43606 USA

Bulk single-crystal CdTe, sputter-deposited CdTe films of about 2.5 micron, and single-crystal Si (c-Si) have been ion implanted using 350 keV Xe at fluences ranging from 1×10^{13} to 32×10^{13} cm⁻² to create disorder in a controlled way from fully single-crystalline to fully amorphous material. The general purpose of the investigations is to seek a parametrization of the critical point structures to establish a database to fit the optical properties of CdTe films having different unknown grain sizes whereby the grain size will be described in terms of the defect density. The thin film CdTe samples were magnetron sputtered on c-Si followed by CdCl and Br-methanol treatment to improve properties in terms of grain size and surface roughness, respectively. The fluences to use for the ion implantation of CdTe were estimated using the SRIM (Stopping and Range of Ions in Matter) software, and cross-checked by simultaneous implantation of bulk c-Si samples. The optical properties were characterized by second derivative analysis, standard critical point model, generalized critical point model, and model dielectric function. Although the damage created by 350 keV Xe in the simultaneously implanted c-Si samples measured by both spectroscopic ellipsometry and Rutherford backscattering/channeling spectrometry (RBS/C) agrees well with the expectations based on the SRIM simulation, the damage created in CdTe remains at a very low level even for doses several times higher than the amorphization level estimated by simulation. The character of the dechanneling of the RBS/C spectra indicates extended defects (presumably dislocation loops). This effect was similar in both single-crystal and thin film CdTe, though less pronounced in case of thin film samples.