

Rasterkraftmikroskopie

Guilherme Stein & Ulrich Müller

abstact

Betreuer: Dr. Paolo Sessi

Versuchsdurchführung: 04. Oktober 2012

1 Expose

The III-V semiconductor system based on GaSb is commonly used for optical semiconductor devices with wavelengths beyond $2.3\mu\text{m}$ [1]. In Würzburg especially the interband cascade lasers, which are grown by MBE on GaSb substrate, made significant progress during the last years [2]. In order to grow devices with high performance it is inevitable to use high quality substrates with a minimum of defects. Despite the use of epi-ready substrates the wafers suffer from native oxide like Ga_2O_3 and Sb_2O_3 [3]. The growth of devices on top of this oxide would lead to non-monocrystal layers. To remove this oxide a commonly used technique in Würzburg is to heat the substrate to about 580° for short time. At this temperature the most of the oxide desorbes from the surface but leaving holes in the surface with the size in the order of 10 nm [4]. Hereupon a 200 nm GaSb buffer layer is grown at 485° to flatten the surface. This method has been established during the last years although it has never been investigated whether a different technique would lead to smoother surfaces. To characterize the smoothness of a surface one needs a proper definition of this physical property: unsere Definition

A Atomic Force Microscope (AFM) is the perfect instrument to characterize this smoothness of the wafers. AFM Beschreibung

As the AFM doesn't work in situ we have to produce and investigate the surface at each step of the growth process to understand the mechanisms of oxide desorption and flattening of the surface. We going to characterize the single steps of the standard process which are: an untreated GaSb Wafer, the Wafer after the oxide desortion and after 200 nm GaSb buffer. To vary this process we want to test two aspects: first the increase of

the GaSb buffer's growth temperature up to 500° and 515° and second the growth of a 30 nm GaSb/AlAsSb superlattice directly after oxide desorbtion. Recent research showed that the growth of AlAsSb shutting down the step-flow growth mode which is dominant in the growth of GaSb layers and is not very successful in flattening bigger defects like defects in pyramidal shape. The growth of a superlattice is nevertheless necessary to maintain the electrical conductivity of the sample. It would be helpful to understand how these defects are removed from the surface and how the process can be improved as theses pyramidal defects tend to grow bigger as the growth progresses. After the growth of structures with a thickness of several microns these defects can even be observed by an optical microscope with a magnification of 50.

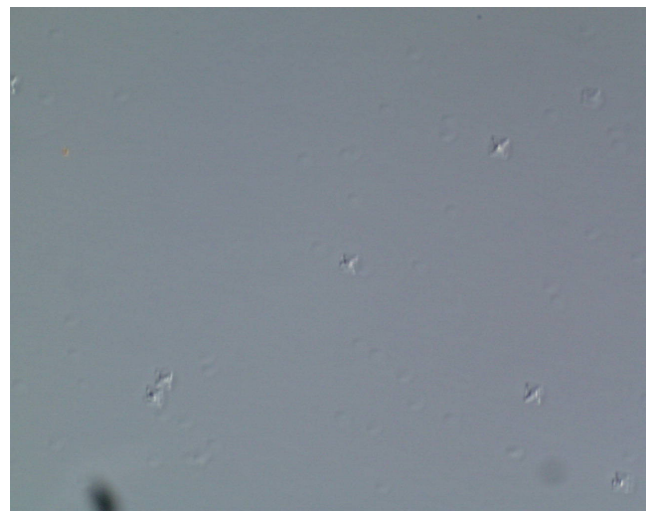


Abb. 1: At the samples' surface after several micrometer growth small pyramidal defects are visible. The image was taken by an optical microscope at a magnification of 50.

2 Einleitung

In den ersten 20 Jahren nach der Entdeckung der Röntgenstrahlung durch Wilhelm Conrad Röntgen ...

3 Theorie

Eine Röntgenröhre besteht aus ...

4 Experimenteller Aufbau

Die Experimente und die Erzeugung der dafür notwendigen Röntgenstrahlung findet in einem Vollschutzröntgengerät der Firma PHYWE statt...

4.1 Charakteristische Röntgenstrahlung von Kupfer

...

5 Auswertung

5.1 Charakteristische Röntgenstrahlung von Kupfer

5.2 Charakteristische Röntgenstrahlung von Kupfer

5.3 Laue-Aufnahme

5.4 Laue-Aufnahme

6 Zusammenfassung

Wir konnten mit dem Versuch einen guten Einblick in die Röntgenspektroskopie gewinnen. Die charakteristischen Linien von Eisen, Molybdän und Kupfer wurden mit recht hoher Genauigkeit nachgewiesen, wobei der größte Abstand von unseren Bestwerten zu den Theoriewerten 0.65 % betrug. Im Rahmen der Fehler gab es keine Abweichung. Das empirische Gesetz zwischen der Intensität der charakteristischen Strahlung

und der Spannung zeigt systematische Abweichungen für Spannungen ab 30 kV und sollte eher als Faustregel verstanden werden. Das Duane-Hunt-Gesetz hingegen konnte gut bestätigt werden und hat uns erlaubt, das Plancksche Wirkungsquantum zu bestimmen. Das Moseley-Gesetz wurde ausführlich diskutiert und hat gute Abschätzungen für die Rydberg-Konstante ergeben. Allerdings ist die Auswertung der *Abschirmkonstante* $\sigma(Z)$ nicht wirklich sinnvoll. Mit dem Compton-Effekt konnte eine überraschend gute Bestimmung der Compton-Wellenlänge durchgeführt werden. Eine vollständige Aufnahme des Transmissionspektrums von Al im gesamten Wellenlängenbereich der Kupferanode würde helfen zu verstehen, warum die Näherung eines linearen Spektrums solche guten Ergebnisse liefert. Die Laue-Aufnahme hat insgesamt gut funktioniert. Allerdings könnte man die Aufhängung der Dentalfilme zum Beispiel mit einer optischen Bank o.Ä. verbessern. Dadurch wird ein zentrales Auftreffen garantiert. Die Auflösung der Filme ist gut, eine größere Fläche wäre zwar wünschenswert, ist für die Auswertung aber nicht unbedingt notwendig.

Literatur

- [1] Shamsul Arafin (2012): Electrically-Pumped GaSb-Based Vertical-Cavity Surface-Emitting Lasers. München.
- [2] Weih, Robert; Kamp, Martin; Höfling, Sven (2013): Interband cascade lasers with room temperature threshold current densities below 100 A/cm². In: Appl. Phys. Lett. 102 (23), S. 231123. DOI: 10.1063/1.4811133.
- [3] C.J. Vineis; C.A. Wang; K.F. Jensen (2001): In-situ reflectance monitoring of GaSb substrate oxide desorption 2001.
- [4] Murray, Lee M.; Yildirim, Asli; Provence, Sydney R.; Norton, Dennis T.; Boggess, Thomas F.; Prineas, John P. (2013): Causes and elimination of pyramidal defects in GaSb-based epitaxial layers. In: J. Vac. Sci. Technol. B 31 (3), S. 03C108. DOI: 10.1116/1.4792515.

7 Anhang