

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, daß dotierte Zinndioxid-Kolloide in kolloidaler Lösung synthetisiert werden können und sich hieraus dünne nanoporöse Schichten herstellen lassen. Antimon-dotierte Systeme weisen einen starken elektrochromen Effekt, Cer-dotierte einen schwachen elektrochromen Effekt auf. Der elektrochrome Effekt von Molybdän-dotierten Systemen unterscheidet sich in der Farbe von dem Antimon-dotierter Systeme. Dotierungen mit Indium und Fluor führten zu keinen neuen Eigenschaften, Dotierungsversuche mit Wolfram führten nur zu parallelen Fällungen der verschiedenen Phasen.

Es konnte gezeigt werden, daß Schichten aus Antimon-dotiertem Zinndioxid nicht nur über einen elektrochromen Effekt durch die Absorption freier Elektronen verfügen, sondern bei hohen Dotierungsgraden ein charge-transfer-Prozeß zwischen Chlorid-verbückten Sb^{V} und Sb^{III} Zentren auftritt. Desweiteren konnte gezeigt werden, daß das Modell der potentialabhängigen Verarmungszone eine gute, wenn auch nicht vollständig quantitative Beschreibung des Systems liefert.

Mittels XPS konnte nachgewiesen werden, daß eine Segregation des Antimons auf der Oberfläche stattfindet. Diese ist von der Art und Höhe der Dotierung abhängig. Auf Grund des unterschiedlichen Konzentrationsverlaufes innerhalb des Partikels bei Sb^{III} und Sb^{V} Proben kann der bereits optisch beobachtete Unterschied bestätigt aber nicht begründet werden.

Mit Hilfe von Zinkoxid konnte gezeigt werden, daß eine Veränderung der Struktur der Schicht einen Effekt auf die Verfärbung hat, die Synthese jedoch noch nicht reproduzierbar genug ist, um konkrete Herstellungsmethoden vorzuschlagen.

6 Summary

This thesis shows, that doped tin dioxide can be synthesized in colloidal solution. Thin films can also be made from these solutions. Antimony-doped tin dioxide has a strong, cerium doped a weak electrochromic effect. Molybdenum doped tin dioxide has also an electrochromic effect. The electrochromic effect of molybdenum doped tin dioxide shows another colour than the effect of antimony doped tin dioxide. Doping with Indium or fluorine give no other properties than undoped tin dioxide. Experiments with tungsten does not yield doped particles but separated phases.

The electrochromic effect of antimony doped tin dioxide is not only based on the absorption of free electrons but also on a charge transfer process between Sb^{V} and Sb^{III} . Chloride is very important for this charge transfer process. It was shown that the depletion layer model can describe the dependence of the absorption from the applied electrode potential. It is not possible to describe the complete system, but this simple model makes a good prediction of the basic effects of absorption and capacity of thin films.

XPS data show that antimony was enriched at the surface of the nanoparticles. The degree of segregation depends on the oxidation state of the dopant atoms and the doping level. The difference in the optical properties of Sb^{III} and Sb^{V} can be explained by the differences in the spatial distribution of the dopant.

Zinc oxide was used to change the morphology of tin dioxide thin films. This has an effect on the colouring efficiency, which is however not reproducible at the present state of research.