«MÉTROLOGIE ET MÉTHODOLOGIE D’ ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES SURFACES, INTERFACES, FILMS MINCES ET NANOSTRUCTURES» PAR MURIEL BOUTTEMY

Discipline : Sciences et technologies / Chimie des matériaux

Résumé :
Cette soutenance d’Habilitation à Diriger des Recherches (HDR) s’articule autour de 3 axes de recherche :
(1) La métrologie et méthodologie d’analyse multi-échelles en spectroscopies électroniques,
(2) le développement d’une stratégie de caractérisation croisée multi-techniques pour l’ étude fondamentale des mécanismes physico-chimiques aux surfaces et interfaces,
(3) l’ingénierie des surfaces de semi-conducteur.
Ces 3 axes sont interconnectés et ont tous pour vocation d’adresser des problématiques diverses (fiabilité des analyses, optimisation des dispositifs solaires, défaillance des transistors haute fréquence, prévention de la corrosion atmosphérique…) dont le point commun est, comme mentionné précédemment, la compréhension des phénomènes physico-chimiques s’opérant aux surfaces et interfaces. Ils seront illustrés autour d’

exemples concrets issus de travaux de recherche internes au laboratoire ILV mais également de travaux de recherche collaborative (académique et industrielle) qui ont contribués, par leur diversité de champs thématiques (photovoltaïque, micro-électronique, patrimoine…), à enrichir les développements analytiques et l'interprétation des données expérimentales. Différents aspects du traitement des données en photoémission seront abordés ainsi que des exemples autour de la complémentarité d' échelle entre XPS (taille de sonde 400µm) / Auger en sonde localisée (taille de sonde ultime 12 nm), qui permet une analyse chimique du global au local et ainsi de rendre compte de la présence d'hétérogénéités à l'échelle sub-micrométrique (Axe1). L'accès aux interfaces enterrées sera traité au moyen de stratégies analytiques spécifiques visant à préserver au mieux l'intégrité de l'information initiale (Axes 1 et 2). La caractérisation avancée par une approche multi-techniques sera également présentée (Axe 2). Enfin, deux applications de l'ingénierie chimique seront exposées, l'une pour graver et modifier la morphologie des matériaux et l'autre pour moduler à façon la chimie de surface (Axe 3). Les futures orientations de ces travaux de recherche seront abordées, avec pour principal objectif de continuer à exploiter les capacités de la nano-sonde Auger et d'adresser de nouveaux défis scientifiques.

Abstract:

This "Habilitation à Diriger des Recherche" (Habilitation to Direct Research) defense will tackle 3 axes:

(1) Metrology and methodology for multi-scale analyses using electron spectroscopies,
(2) development of a multi-techniques characterization strategy dedicated to the fundamental study of physico-chemical mechanisms at surfaces and interfaces,
(3) engineering of semi-conductor surfaces.

These 3 axes are interconnected and aim to address various issues (analyses reliability, solar devices optimization, high frequency transistors failure, atmospheric corrosion preservation, etc.) with a common feature: the understanding of physico-chemical phenomena operating at surfaces and interfaces. They will be illustrated by concrete examples, issued from internal ILV laboratory research work but also from collaborative research work (academic and industrial), which, by their diversity of thematic fields (photovoltaic, microelectronic, cultural heritage, etc.), have contributed to enrich analytical developments and experimental data interpretation. Different facets of photoemission data treatment will be broached, as well as the complementarity between XPS (spot size 400 µm) and Scanning Auger Microscopy (ultimate spot size 12 nm) enabling to perform a chemical analysis from global to a local scale and thus to take account for the presence of heterogeneities at the sub-micrometric scale (Axis 1). Buried

interfaces access will be processed by means of specific analytical strategies aimed at best preserving the initial chemical information (Axis 1 and 2). Advanced characterization using a multi-techniques approach will also be presented (Axis 2). Finally, two applications of chemical engineering will be shown, one about the etching and morphology modification of materials and the other about the tailor-made modulation of the surface chemistry (Axis 3). The future directions of these research work will be discussed, with the main objective of continuing to exploit the capabilities of the Auger nano-probe and to address new scientific challenges.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Mr Hervé Martinez, Professeur, IPREM - Université de Pau, Rapporteur
Mme Claire-Marie Pradier, Directrice de Recherche CNRS, LRS - Sorbonne Université, Rapporteure
Mr Antonio Tejeda, Directeur de Recherche CNRS, LPS - Université Paris Sud-Paris Saclay, Rapporteur
Mr Yves Dumont, Professeur, GEMAC - UVSQ, Université Paris-Saclay, Examinateur
Mr François Ozanam, Directeur de Recherche CNRS, PMC - Ecole Polytechnique, Examinateur
Mr Jean-Luc Pelouard, Directeur de Recherche CNRS, C2N - Université Paris-Saclay, Examinateur
Mr Christian Serre, Directeur de Recherche CNRS, IMAP - ENS-ENSPCI, Examinateur
Mr Arnaud Etcheberry, Directeur de Recherche CNRS émérite, ILV - UVSQ, Université Paris-Saclay, Tuteur

Contact : DSR - Service FED : theses@uvsq.fr