

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON I

DIPLÔME NATIONAL DE DOCTORAT (Arrêté du 25 mai 2016)

Date de la soutenance : 12 décembre 2016

Nom de famille et prénom de l'auteur : **David HOFMAN**

Titre de la thèse : « Étude et installation d'un contrôle optique large-bande dans une machine de dépôt sous vide de grandes dimensions. »

Résumé de la thèse

Les optiques utilisées pour les expérimentations utilisant la lumière blanche ou des lasers, sont généralement traitées afin de fonctionnaliser optiquement la surface pour, par exemple accroître leur faculté à réfléchir la lumière ou au contraire à la transmettre. Ceci est fait au moyen de machines de dépôt sous vide dans lesquelles différentes techniques de dépôt peuvent être utilisées. Dans tous les cas, de la matière est envoyée sur la surface de l'optique à traiter : des couches minces de différents matériaux sont alternativement déposées à leur surface. Cette amélioration des fonctions optiques exploite l'interférence des rayons lumineux qui sont réfléchis ou transmis par ces couches minces. Mais pour que le traitement soit efficace, il est nécessaire que les épaisseurs de chaque couche déposées respectent un schéma défini à l'avance : le design optique, il s'agit du plan de l'empilement des couches à déposer et de leurs épaisseurs théoriques.

Différentes techniques de contrôle in-situ de l'épaisseur des couches minces existent. L'une d'elles, le contrôle quartz, est une technique de contrôle largement répandue pour sa simplicité de mise en œuvre mais possède une précision limitée à seulement quelques pourcents. Le sujet de cette thèse porte sur le développement et l'installation dans une machine de dépôt, prévue pour de grandes optiques, d'un système de contrôle basé sur l'analyse spectrale d'une lumière réfléchie par l'optique en cours de dépôt. Il s'agit d'un contrôle optique large-bande, technique mise en place dans la grande machine de dépôt du laboratoire afin de remplacer le contrôle quartz.

Nous commencerons cette thèse par un aperçu des différentes techniques de dépôts utilisées au laboratoire puis des techniques de contrôle d'épaisseur les plus répandues dans le domaine des couches minces. Ensuite, nous continuerons sur le design et l'installation du système optique qui permet d'effectuer la mesure des couches en cours de dépôt. Enfin, nous montrerons que les spécifications fixées sur les empilements de couches minces ont été atteintes avec précision et répétabilité.

Résumé de la thèse (anglais):

The optics that are generally used for the experiments using white light or lasers, have their surfaces usually treated in order to enhance their optical characteristics. This is done inside vacuum coating machines with different possible techniques. With all these techniques, some matter is deposited on the optical surface: several thin films of different materials are deposited in a stack. These improvements use the light interference properties of the beams that are reflected or transmitted by the thin films. But in order to make this effect the most efficient, it is necessary that the layer thicknesses respect an optical design: the layer stack and their theoretical thicknesses.

Different in-situ thickness monitoring techniques exist. One of them, the quartz crystal microbalance technique, is widely used for its simplicity but it only allows an accuracy of a few percent.

The thesis topic was the development and the installation of a thickness monitoring, in a large coating chamber used for large optics coating, in order to replace the quartz microbalance monitoring. . This is a broadband optical system performing a spectral analysis of the reflected beam from the optic during the coating.

We will start this manuscript with a quick overview of the deposition techniques available at the laboratory. Then, we will review the most widely used thickness monitoring methods in the domain of thin films. We will continue with the design and the installation of the optical system inside the coating chamber. Finally, we will show that the success criteria of the deposition tests were met with accuracy and repeatability.