

Résumé

Cette thèse porte sur la création d'algorithmes capables d'identifier les meilleures stratégies de contrôle de dépôt de filtres optiques interférentiels. Nous nous intéressons plus particulièrement au contrôle optique qui est, en règle générale, la méthode la plus précise pour définir les critères d'arrêt de dépôt d'une couche de quelques dizaines à centaines de nanomètres et avec une précision de quelques 0,1%. L'objectif de cette thèse vise donc à prédire le résultat expérimental d'un dépôt ainsi que d'en maximiser le taux de réussite.

Un simulateur de dépôt a été créé pour se rapprocher au plus près des conditions expérimentales et ainsi permettre de sélectionner diverses stratégies classiques de contrôle optique en amont d'un dépôt. Afin d'obtenir un tel simulateur une étude complète des erreurs physiques se manifestant dans une machine sous vide au cours du dépôt a été menée.

Une analyse sur des composants standards du type miroirs ou filtres passe-bande a ensuite été faite afin d'identifier les paramètres importants permettant l'amélioration du suivi d'un dépôt de couches minces optiques.

Un des exemples les plus flagrants se base sur la création de filtres passe bande de type Fabry Perot dont la précision sur sa longueur d'onde de centrage est un problème critique. Des propositions sont apportées quant à l'utilisation d'un nouveau procédé mêlant diverses stratégies de contrôle optique, expérimentation à l'appui.

Deux algorithmes sont alors proposés avec pour objectif premier de réduire la quantité de solutions possibles et deuxièmement de sélectionner la solution amenant au meilleur taux de réussite possible.

Lors de la partie finale de cette thèse nous explorons l'utilisation de ces algorithmes sur des exemples plus complexes et réalisons les expérimentations confirmant la validité du simulateur et des stratégies de contrôle alors créées. Ces algorithmes permettent ainsi de réaliser une pré-validation, avant dépôt, d'une stratégie de contrôle optique, mais également de générer une telle stratégie en prenant en compte les paramètres inhérents à la machine de dépôt. Les méthodes développées permettent ainsi de créer des stratégies de contrôle optique performantes de manière automatique qui devraient à terme permettre d'éliminer la nécessité de réaliser des dépôts de calage.

Mots clés : couches minces optiques, simulation de dépôt, génération de stratégies de contrôle, traitement du signal optique.

Abstract

The aim of this thesis is the creation of algorithms capable of identifying the best strategies for controlling the deposition of optical interference filters. We are particularly interested in optical monitoring, which is, as a general rule, the most accurate method for defining the deposition triggering criteria of a layer from a few tens to hundreds of nanometers and with an accuracy of about 0.1%. The objective of this thesis is thus to predict the result of a deposition and to maximize its success rate by generating an optimal optical monitoring strategy.

A virtual deposition process software has then been created to get closer to the experimental conditions and thus allows to select any optical monitoring strategy. In order to obtain such a simulator a complete study of the physical errors occurring during a deposition in a vacuum deposition machine has been carried out.

An analysis of common components such as mirrors or bandpass filters has been performed in order to identify the important parameters for the improvement of the monitoring of a thin film deposition.

One of the most striking examples is based on the creation of Fabry Perot-type bandpass filter whose precision on its centering wavelength is a critical problem. Various strategies mixing different types of monitoring are proposed and experimentally demonstrated.

Two algorithms are then proposed, one with the objective of reducing the quantity of possible solutions for the monitoring of a filter and a second which is used to select the one with the best success rate.

In the final part of this thesis we explore the use of these algorithms on more complex examples and carry out experiments confirming the validity of the simulator and the monitoring strategies then created. These algorithms make it possible to carry out a pre-validation before deposition, but also to generate a monitoring strategy taking into account the parameters inherent to the deposition machines. These methods allow creating performant optical monitoring strategies in an automatic way and pave a way towards the canceling of test depositions.

Keywords: Optical thin films, virtual deposition process, automatic monitoring strategy creation, optical signal monitoring, signal processing.