

課題番号 : F-20-NM-0074  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 原子層堆積装置を用いた金ミラー上への誘電体薄膜の成膜  
Program Title (English) : Formation of dielectric thin film on Au mirror by atomic layer deposition system  
利用者名(日本語) : 紫垣政信  
Username (English) : Masanobu Shigaki  
所属名(日本語) : 東京大学生産技術研究所  
Affiliation (English) : Institute of Industrial Science, the University of Tokyo  
キーワード/Keyword : フォトニクス、成膜・膜堆積、カシミール力

## 1. 概要(Summary)

誘電体薄膜がカシミール力に与える影響を理解するには、数 nm オーダの分解能を有する誘電体成膜技術が必要不可欠である。今回、1, 5, 10, 20, 30 nm の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  が積層された金ミラーサンプルを作成するため、物質・材料研究機構の原子層堆積装置を利用した。さらに、作成したサンプルのカシミール力を我々のシステムで比較した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

原子層堆積装置

### 【実験方法】

まず  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の成膜前に、成膜対象となる金ミラーの基板洗浄を行った。基板洗浄は、アセトン超音波洗浄(1分)、イソプロパノール超音波洗浄(1分)、超純水(1分)の順で行い、最後にミラー上の水分を  $\text{N}_2$  ブローで乾燥させた。

次に、金ミラー面の電圧を制御するための電極領域を残すため、洗浄した金ミラーの四隅をカプトンでマスクした。

最後に、カプトンが変質しないよう成膜温度を  $120^\circ\text{C}$  に設定し、金ミラーに対して  $\text{Al}_2\text{O}_3$  成膜を実施した。原子層堆積装置の Growth Per Cycle は  $0.1\text{ nm}$  であるため、サイクル数を 10, 50, 100, 200, 300 とし、 $1\text{ nm}$ ,  $5\text{ nm}$ ,  $10\text{ nm}$ ,  $20\text{ nm}$ ,  $30\text{ nm}$  の膜厚をもつ  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜を成膜した。なお、原子層堆積装置のその他の成膜条件は、TMA Dose/ $0.1\text{ sec}$ , TMA Purge/ $4.0\text{ sec}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  Dose/ $1.0\text{ sec}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  Purge/ $6.0\text{ sec}$  であった。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に成膜したサンプルを用いて、我々の力計測システムで室温大気中における相互作用力勾配の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜厚依存性を測定した結果を示す。我々のシステムでは、

直径  $100\text{ }\mu\text{m}$  の金コート微小球が装着された球カンチレバーを成膜したサンプルと対向に配置し、球カンチレバーの共振周波数変化量を計測して相互作用力の力勾配を求めた。Fig. 1 の横軸は、球カンチレバーの球面と、各サンプルの金ミラー面との間の距離を示し、縦軸は球カンチレバーの微小球半径で規格化した力勾配の値を示した。

今回は変化の傾向を明らかにするため、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  膜厚  $10\text{ nm}$ ,  $20\text{ nm}$  の成膜済サンプルと、成膜未実施の金ミラーの計 3 種のサンプルで力勾配を比較した。その結果、球-サンプル間距離が  $80\text{ nm}$  未満の領域において、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  の膜厚増加に伴って力勾配が減少する傾向がみられた。これは Casimir-Lifshitz の理論式から予測される結果と同じ傾向であり、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  の誘電率の寄与増加に伴って金薄膜間のカシミール力が減少したものと考えられる。

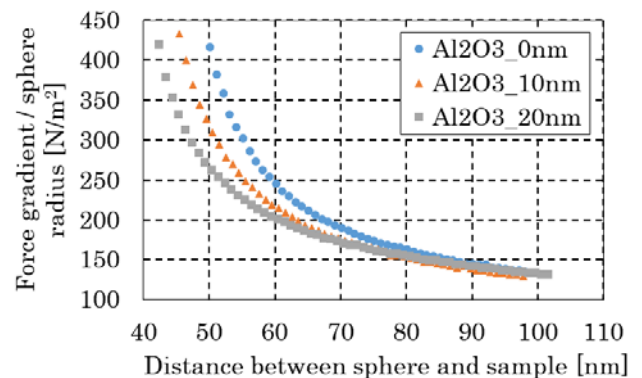


Fig. 1  $\text{Al}_2\text{O}_3$  thickness dependence of Casimir force in air at a room temperature.

## 4. その他・特記事項(Others)

・津谷大樹様(物質・材料研究機構)に感謝致します。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし。

## 6. 関連特許(Patent) なし。