複合成膜により成膜された低屈折率 Al_2O_3 光学薄膜

Low Refractive Index Al_2O_3 Optical Thin Films by Sputtering and Electron Beam Evaporation

東海大院工[1]，(株)シンクロン[2]　○加藤　寛康[1]，松平　学幸[2]，室谷　裕志[1]

Grad.Sch.of Eng.,Tokai Univ.[1],SHINCRON Co.,Ltd.[2]

○Hiroyasu Kato[1]，Takayuki Matudaira[2]，Hiroshi Murotani[1]，

E-mail:murotani@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

1.　背景・目的

近年，電子機器の高性能化に伴い，光学部品に対する性能の向上が求められている．一般的に光学薄膜の屈折率を下げる方法として，膜の密度を下げることにより膜の有効屈折率を下げている[1)]．また，従来の低屈折率膜は，実用上十分な機械的強度を得ることができず，超音波洗浄での剥離や触ることによる潰れなどが発生する．我々の研究室での先行研究では，複合成膜手法を用いて従来の低屈折率膜とは異なる実用的な機械的強度を持つ低屈折率光学薄膜の作製に成功している[2-3)]．本研究では，複合成膜を用いて，より屈折率の低い Al_2O_3 光学薄膜を作製することを目的とした．

2.　実験方法

DC パルス（DC：Direct current）スパッタリング法，EB（EB：Electron beam）法及び複合成膜を用いて合成石英光学ガラス基板上に Al_2O_3 光学薄膜の成膜を行った．EB 法の蒸着材料は Al_2O_3 を使用した．スパッタリング法ではターゲットに Al を用い，Ar を 50sccm，O_2 を 50sccm 導入し，スパッタの出力を変化させて成膜した．比較対象として EB 法及びスパッタリング法で成膜を行った．成膜した Al_2O_3 光学薄膜の分光透過率を紫外可視近赤外分光光度計（JASCO:V670）で測定し屈折率を導出した．膜の密着性をクロスハッチ試験（ISO9211-4）及び摩耗試験（ISO9211-4）で評価した．さらに，膜の超微小負荷硬さ（ISO：14577-1）を超微小押し込み深さ試験装置（ELIONIX：ENT-NEXUS），引っかき硬度を鉛筆硬度試験（JIS K5600-5-4）より評価した．膜の構造は走査型電子顕微鏡（SEM:Scanning Electron Microscopep，日本電子社製:JSM-7100M）を用いて観察した．

3.　実験結果及び考察

成膜した膜の分光透過スペクトルを Fig.1 に示す．複合成膜により成膜された Al_2O_3 の SEM 画像を Fig.2 に示す．屈折率及び機械的特性を Table 1 に示す.Fig.1 より成膜方法に関係なく膜の吸収がないことが確認できる．一般的な Al_2O_3 の屈折率は 1.63 であるが複合成膜による膜の屈折率は 1.56 以下であり低屈折率な膜が成膜された.Fig.2 の SEM 画像から，複合成膜では膜の構造が柱状構造になっていることが確認できる．鉛筆硬度試験ではスパッタ出力 500W，1000W，1500W のとき評価 9H 以上となった．同様にナノインデンテーション法での硬度はスパッタ出力が高いほど高くなり，クロスハッチ試験では膜剥がれは認められなかった．

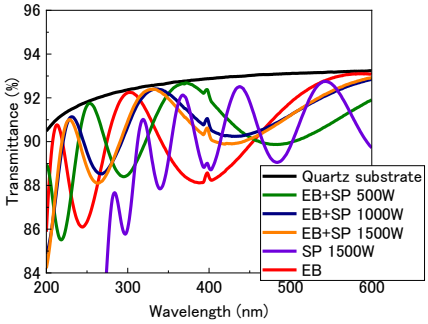
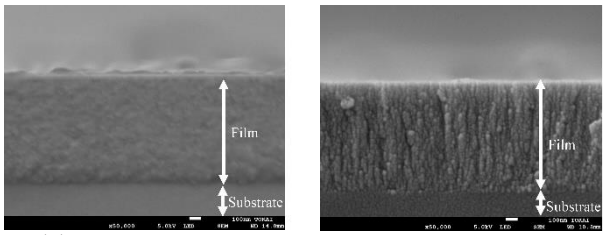


Fig.1 Transmittance spectra



(a) EB deposition　(b) Combination deposition

Fig.2 SEM image of Al_2O_3 optical thin film

Table 1 Mechanical properties and refractive index of Al_2O_3 films

	Sputtering Power(W)	Refractive index(λ=550nm)	Nanoindentation Hardness(Gpa)	Pencil Hardness test	Crosshatch test
Combination deposition	500	1.57	6.1	9H	25/25
	1000	1.56	6.3	9H	25/25
	1500	1.56	6.4	9H	25/25
EB deposition		1.62	7.9	9H	25/25
Sputtering	1500	1.62		9H	25/25

4.　結論

複合成膜を用いて DC パルススパッタリング法と EB 法による成膜を同時に行うことで屈折率 1.56 程度の低屈折率 Al_2O_3 光学薄膜を成膜することができた．

謝辞

測定に協力して頂いた東海大学研究推進部技術共同管理室の森川氏に感謝致します．

参考文献

1)　村田剛，日本写真学会誌，73，(5)，243（2010）．
2)　T.Takahashi,T.Harada,H.Murotaniand,S.Matumoto, Applied Optics,53[4],A287(2014).
3)　東海大学，ファインクリスタル，シンクロン；特許 JP5901571.2016-03-18.