

本研究は、ナノメートルサイズの金属や誘電体の微粒子をガラスや有機物等の誘電体媒質中に高密度で分散させたナノ微粒子分散媒質が持つ特異な光学的性質を用いた新しい光デバイスを実現することを目的として行われたものである。筆者が本研究で助成金を受けたのは平成6年度である。主に島状金属薄膜を素材として研究を進め、助成期間を終えた段階で、以下の研究成果を得ていた。

- 1) 超薄型偏光子の試作：素子構造は図1(a)に示すようなもので、島状金属多層膜を加熱して引きのばすことにより、サブミクロン程度の厚さの超薄型偏光子を実現することができる。筆者らは、金属として金を用い、近赤外消光比20dB程度で、厚さ0.2 μm 程度の偏光子の試作に成功した。
- 2) 追記型光ディスクへの応用：室温程度の基板温度で成膜された島状金属薄膜は、加熱する事により粒子の形状や構造が変化して光学特性が大きく変化することから、追記型光ディスク用記録媒体として利用できる。筆者らは、金属として銅及び銀を用いて、その実用可能性を示した。

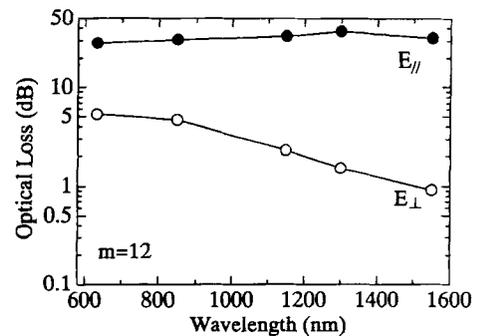
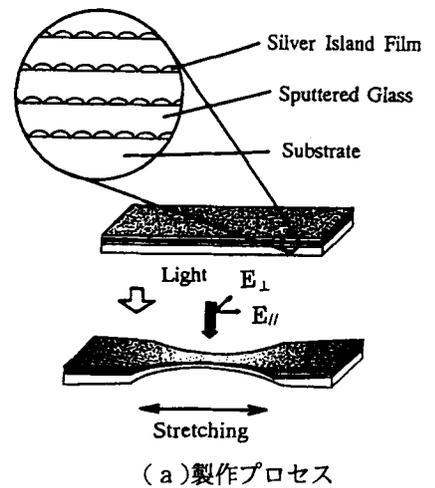


図1 超薄型偏光子

筆者らは、その後も研究を継続して種々の成果を得ているが、その主なものについて以下に記す。

1. 超薄型偏光子 筆者らは、その後金属を金から銀に変え、特に光通信において重要な1300nm帯における特性を大幅に改善した。金属として銀を用いたのは、島状銀薄膜がより鋭い共鳴吸収特性を持つことと、銀微粒子が金のそれに比べ引きのばされやすいためである。図1(b)は質量膜厚15nmの島状銀薄膜と100nmのパイレックスガラスの15周期の交互多層膜を660 $^{\circ}\text{C}$ で12倍の長さ引き延ばした結果得られた偏光子の各偏光の損失を測定した結果で、波長1300nmで消光比35dB以上、挿入損失1.5dBの良好な特性が得られている。挿入損失については、その主要因が多層膜表面の粗さのせいで、表面をなめらかに加工することにより挿入損失を0.5dB程度にまで軽減できることも実験的に確認している。偏光子部分の厚さは0.5 μm 程度と、実用的な性能の偏光子としては世界で最も薄い素子である。

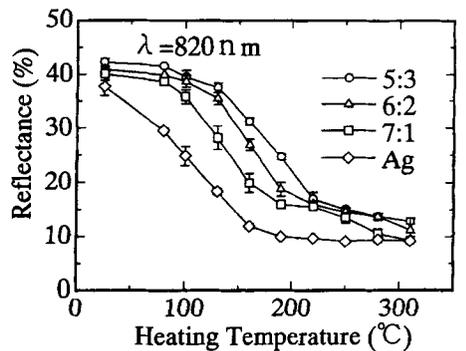


図2 金・銀複合島状薄膜による光記録媒体の安定性の改善

2. 追記型光ディスク 平成6年度の研究では、島状銅及び銀薄膜で最も優れた特性が得られたが、その後筆者らは島状銀薄膜に的を絞って研究を進めた。島状銀薄膜は、150 $^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で波長800nm帯の反射率が大きく変化し、フッ素樹脂を保護膜とすることにより高湿度下における安定性も増すことから優れた記録媒質であると考えられるが、80 $^{\circ}\text{C}$ 程度の温度で反射率に変化が見られることから長期信頼性の点で不安が残った。そこで、筆者らは島状銀薄膜の上に1,2nm程度の金を薄くコートした複合島状金属薄膜を用いることにより、その改善を図った。図2は波長820nmにおける島状銀薄膜及び種々の複合薄膜の反射率の温度に対する変化の様子を示している。複合膜を用いることにより、安定性が増し、より実用的な記録膜が実現できることが分かる。

3. その他 上記2つの応用素子の他、その後いくつかの素子の提案・研究を行った。その1つが、図3に構造を示すプリズム型の波長合成分波器である。2つの直角プリズムの間に島状金属多層膜が配され、特定の波長の光を直角方向に分波することができる。また、図の下方から合波させることも可能である。島状金属多層膜を用いる利点としては、実効屈折率が高いため偏光依存性が小さいこと、島状金属薄膜の構造制御により帯域等を大きな範囲で変化させることが可能であること等をあげることができる。その他、金属微粒子分散媒質の非線形光学特性や、磁性体微粒子分散媒質の基礎物性等、新しい応用分野についても、その後研究を行っている。

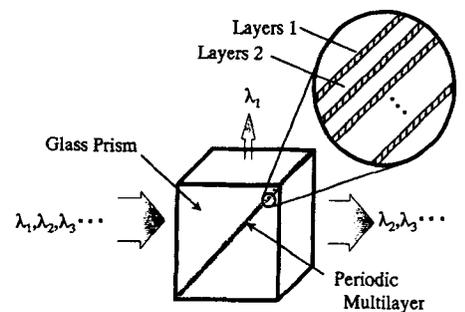


図3 プリズム型波長合・分波器