

電子ビーム蒸着装置

キーワード：電子ビーム、薄膜、真空、3元電子ビーム蒸着源、水晶式膜厚計

概要

近年薄膜の応用範囲は広がり、液晶ディスプレイをはじめとする電子デバイスや太陽電池、さらには眼鏡の反射防止膜まで、我々の生活の様々なところで使われています。薄膜技術が無ければ、現在の生活は成り立たないと言っても過言ではありません。

薄膜の作製方法としては、スピコートによる塗布、スプレーによる塗布、めっき、真空を利用した蒸着等様々な方法があります。いずれの方法も固有の利点があり、それに適した用途があります。

ここでは、当所の所有する真空を用いる成膜装置の一つである電子ビーム蒸着装置の紹介を行います。あわせて、本装置を使用した事例の紹介を行います。

装置仕様

本装置は、3元電子ビーム蒸着源を有する電子ビーム蒸着装置：MUE-ECO-EB（株式会社アルバック製）です。図1にその概観を示します。装置の主な仕様を表1に示します。

電子ビーム蒸着法について説明します。予め所望の蒸着材料をるつぼにいれチャンバーの所定の場所に設置します。チャンバーをターボ分子ポンプ等により真空にします。所定の真空度に到達すれば、電子ビーム源であるタングステンのフィラメントに加熱電流を流し、電界を印加することにより電子ビームを引き出します。その電子ビームをるつぼに照射することにより、蒸着材料が高温になり蒸発します。この蒸発した材料がチャンバー内に設置された基板に沈着することにより成膜が行われます。

蒸着材料を蒸発させる方法として抵抗加熱による方法がありますが、電子ビームを用い

表1 主な装置の仕様

型式	MUE-ECO-EB
真空ポンプ	ターボ分子ポンプ
到達真空度	3×10^{-4} Pa 程度
蒸着源	3元
膜厚モニター	水晶振動式膜厚センサー
試料サイズ	直径100mm以下



図1 装置の概観

ることにより蒸着源をより高温とすることができるため、高融点材料も蒸着することができます。また、蒸着材料をるつぼに入れればよく、スパッタリング法のように大きな板状のターゲットを用意する必要もありません。

本装置は、電子ガン用の電源は一つのため、同時に2つの蒸着材料を成膜することはできません。しかしながら、3種類の蒸着源を設置することができることから、真空を破ることなく異なる材料による最大3種類の積層膜を作製することができます。例えば、金のような貴金属薄膜は、基板との密着性がよくありません。本装置を使用すれば、チタンやクロム薄膜を金薄膜と基板の間に蒸着する多層膜構造にすることにより基板と密着性の良い金薄膜を形成することができます。

成膜事例（リフトオフ工程）

本装置を用いた事例としてリフトオフ工程を説明します。リフトオフ工程とは、微細加工を行う方法の一種であり、微細な電極等の作製に使用します。通常は、数十 nm から数百 nm の膜厚の薄膜に対して行うのですが、本事例では $1.2 \mu\text{m}$ という比較的膜厚の大きい薄膜に対して行ったという点に特徴があります。一般にリフトオフ工程は、膜厚が厚いと困難となります。

以下、図 2 に実験方法を詳述します。(a) 基板上に感光剤であるフォトレジストを塗布します。(b) 次にマスクアライナーと呼ばれる専用の露光装置で露光を行い、その後に現像を行います。現像後は、一部のフォトレジストが溶解することにより、フォトレジストの微細なパターンが形成されます。(c) このレジストによる微細パターンを有する基板に電子ビーム蒸着装置を用いて、最初にチタン薄膜を 1100 nm 蒸着しました。さらに真空を破ることなく続けて金を 100 nm 蒸着しました。

フォトレジストは一般にアセトン等の有機溶媒に溶解しやすい性質を持ちます。蒸着後、基板をアセトンに浸漬させ超音波洗浄を行うことにより、フォトレジストが溶解し、フォトレジスト上の金属薄膜が剥離することとなります。(d) 結果として、フォトレジストが溶解した部分は基板部分が露出します。また、電子ビーム蒸着前にフォトレジストが無く基板が露出した部分に蒸着された金属薄膜は剥離することなく残ることとなります。これがリフトオフです。

図 3 に光学顕微鏡によるリフトオフ後の観察結果を示します。数字が μm 単位で線幅を表しています。膜厚が厚いと一般に困難であるリフトオフですが、私共のノウハウ、当所のマスクアライナー及び電子ビーム蒸着装置を用いることにより、 $10 \mu\text{m}$ の線幅でも十分にリフトオフが行え、微細な金属パターンが良好に形成されていることがわかります。

終わりに

ここで紹介しました電子ビーム蒸着装置は、

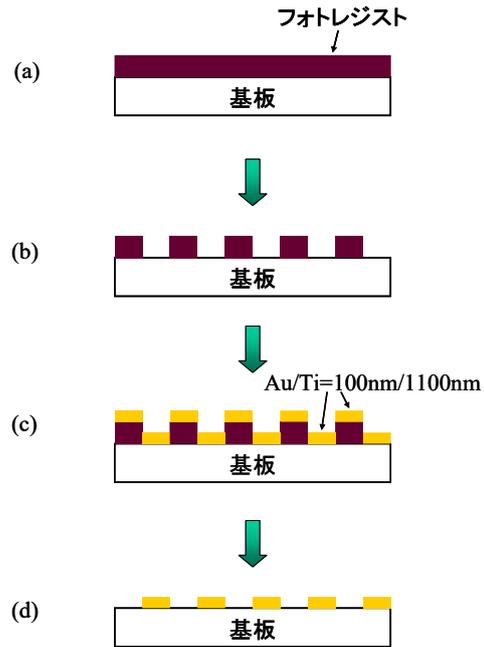


図 2 リフトオフ模式図

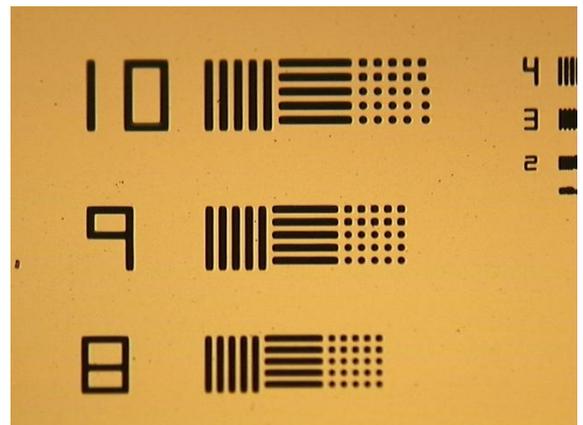


図 3 リフトオフ後の光学顕微鏡写真

金属材料だけではなく、条件によっては酸化物材料も蒸着をすることが可能です。また、当所に所有する微細加工装置と組み合わせて使用しますと多様なデバイスを作製することも可能です。

本装置は、ご依頼を頂いて成膜を行う依頼加工及び装置を御自分で実際に使用して頂く機器貸与も承っております。本装置に御興味がありましたら、まずは御相談だけでもお気軽にお問い合わせ下さい。