

Title	薄膜の内部応力に関する研究
Author(s)	生地, 文也
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2289
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	生 地 文 也
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 5 1 7 6 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 2 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	薄膜の内部応力に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 堀 輝雄
	(副査) 教授 中村 勝吾 教授 川辺 秀昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、蒸着膜およびスパッタ膜の内部応力を膜の構造に関連づけて調べた結果をまとめたものであり、9章から成っている。

第1章では、薄膜の内部応力に関する研究の推移と現状を述べ本研究の目的を明らかにしている。

第2章では、内部応力の測定原理を解説し、内部応力の測定方法として、ストリップ基板の膜形成による撓みを測定する“撓み法”が適していることを、他の測定手段と比較しながら明らかにしている。

第3章では、設計・製作した撓み検出装置について述べている。本装置は任意の基板に対し、蒸着中の撓みを連続的に高感度で測り得、超高真空排気時のベーキングにも耐えることを明らかにしている。

第4章では、撓み法により内部応力を求める際の問題点を詳細に考察している。

第5章では、蒸着膜について測定した内部応力の結果と、電子顕微鏡による膜構造の観察結果について述べている。膜の生長が、(i)核の形成とその成長、(ii)島同志の合体、という過程を経る場合、(ii)の段階で大きな引張り応力が発生することを明確にしている。ここで、島同志が粒界拡散機構に基づいて合体するため引張り応力が発生するという新しい見解を示している。また非晶質膜である SiO_x 、および $\text{SiO}_x:\text{Ag}$ サーメット膜の応力測定を行い考察を加えている。

第6章では、スパッタ膜の内部応力を8種類の金属と1種類の化合物膜について測定し、薄膜内に大きな圧縮応力が発生していることを示すとともに、圧縮応力の原因は膜と活性ガスとの反応およびスパッタ中のふん囲気ガスの埋め込みによる膨張力であることを明らかにしている。

第7章では、Moをアルゴンと窒素との混合ガスふん囲気中でスパッタして得られる化合物膜の構造を示すとともに、化合物膜の形成機構について検討している。

第8章では、NaCl(001)面上にスパッタ法で形成させたAu、AgおよびCu膜の膜成長過程とエピタキシャル温度を示し、スパッタ膜の成長におよぼす高エネルギー粒子の影響を検討している。

第9章では、本研究で得られた成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

各種基板上に形成された数 μm 以下の厚さをもつ薄膜には一般に大きな内部応力が存在し、膜の物性に影響を及ぼしたり、剝離や破壊を惹き起したりすることが知られている。内部応力は薄膜の応用上重大な問題であるにもかかわらずその発生や緩和のメカニズムに関しては未だ不明の点が多い。

本論文は薄膜の内部応力を膜形成の極めて初期から連続的に測定し得る装置を考案し、これを用いて若干の金属や、化合物薄膜の応力を測定すると共に、膜構造との関連の下に応力発生メカニズムを追求したもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 本研究において考案された応力測定装置は、室温から500 $^{\circ}\text{C}$ 附近までの任意の温度に保たれた基板上での膜形成に伴う応力を高感度で連続測定することが出来、超高真空下でも、スパッタリング中でも安定に動作するので利用価値大である。
- (2) 金属蒸着膜の内部応力と構造との関係を詳細に調べることにより応力発生メカニズムを明らかにしている。
- (3) 非晶質膜、或はサーメット膜等の内部応力は従来殆んど調べられていなかったが、Ag-SiO系サーメット膜を選び広い組成比に亘って応力測定を行い、Ag膜の引張り応力はSiOを添加して行くと一旦は増大するが数モル%で圧縮応力に変化する。SiO膜の圧縮応力はAg添加により増大し40モル%附近で極大値をとる、等の興味ある現象を発見し考察を加えている。
- (4) 金属のスパッター膜は薄い領域では引張り応力を示し蒸着膜と同様の膜厚変化を行うが200~400 \AA の膜厚に達して連続膜となると圧縮応力に変化することを見出し、その原因はガス成分の膜中へのとり込みによることを明らかにしている。なおこの問題に関連して、スパッタリングに於てはカソードで発生する高速中性粒子が膜の形成過程に大きな影響を及ぼすことを見出している。

以上の研究成果は薄膜電子素子の性能や信頼性の向上に結びつくもので、電子工学の進歩に寄与する所大である。よって本論文として価値あるものと認める。