The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	イオンビームによる高機能金属窒化物セラミックス薄膜の低温形成に関する研究
Author(s)	平野, 均
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40306
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【 45 】

氏　　名	平（ひら）野（の）　均（ひとし）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　12717　号
学位授与年月日	平成8年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	**イオンビームによる高機能金属窒化物セラミックス薄膜の低温形成に関する研究**
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 森　勇藏 (副査) 教 授 青野　正和　教 授 梅野　正隆　教 授 片岡　俊彦 教 授 広瀬喜久治　教 授 芳井　熊安

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，薄膜材料として優れた機能を有する金属窒化物セラミックス薄膜に関して，従来行われていなかったN_2分子と金属との反応性の違いに着目した最適低温形成法の確立，及びそれに基づく高機能金属窒化物セラミックス薄膜の低温形成の実現を目的として行われた研究をまとめたものであり，以下の7章から構成されている。

第1章は序論であり，薄膜材料開発の必要性，薄膜形成におけるイオンの有効性を示すとともに，本研究の目的及び意義について述べている。

第2章では，本研究において金属窒化物セラミックス薄膜の一例として取り上げているAlN，ZrN薄膜形成におけるN_2分子とAl及びZr原子の反応について熱力学的見地からの検討，及び量子力学に基づく解析を行い，両者の反応性の違いを明らかにしている。また，イオン-固体間の相互作用について検討し，これらの結果から，N_2分子と金属の反応性の違いに着目した高機能金属窒化物セラミックス薄膜の最適低温形成法に関して理論的側面からの指針を示している。

第3章では，上記第2章に基づき，N_2分子に対して反応性の低い材料から形成される金属窒化物セラミックスとしてAlNを取り上げ，N_2分子とAlとの反応について実験的に検証するとともに，低温で結晶性c軸配向AlN薄膜の形成を試みている。これより，Nをイオン化することが重要であり，照射する低エネルギーのNイオンの制御により低温でAlN薄膜の結晶性・配向性の制御が可能であることを明らかにしている。さらに，上記方法で形成した結晶性に優れたAlN薄膜を弾性表面波デバイスに応用し，GHz帯の弾性表面波フィルタの試作を実現している。

第4章では，上記第2章に基づき，N_2分子に対して反応性の高い材料から形成される金属窒化物セラミックスとしてZrNを取り上げ，N_2分子とZrとの反応について実験的に検証し，Zrはイオン化しないN_2分子によって容易に窒化されることを明らかにするとともに，室温レベルの低温でZrN薄膜の形成を可能としている。

第5章では，ZrN薄膜の低温形成を通して，薄膜形成におけるイオン照射の密着性及び結晶性に対する作用について検討し，イオン照射による密着性向上は，基板と薄膜との間の界面層の形成によるものであること，及び結晶性向上にはイオン照射を極力低減する必要があることを明らかにしている。さらに，耐摩耗性及び耐食性等に優れたZrN

薄膜コーティングVTRシリンダーの開発に成功している。

第6章では，基板表面改質にイオン照射を用い，室温レベルの低温で密着性良く優れた特性を有する薄膜の形成，及び結晶性・配向性等の膜質制御を可能とする新しい薄膜形成法である界面制御蒸着（Interface Controlled Vapor Deposition：ICVD）法を提唱している。この方法によりZrN薄膜形成を行い，本方法が薄膜の高機能化において極めて優れていることを明らかにしている。さらに，本方法によるZrN薄膜形成を電気シェーバー外刃の表面改質に応用し，ZrN薄膜コーティング電気シェーバー外刃の実用化に成功している。

第7章では，本研究を総括し，結論を述べている。

論文審査の結果の要旨

薄膜材料の高機能化には，薄膜構成材料間の反応性の違いに基づく最適低温形成法の確立が重要な課題である。本研究は，高機能金属窒化物セラミックス薄膜の低温形成の実現を目的とし，量子力学に立脚した反応解析から指針として得られる最適低温形成法に基づき，一例として取り上げたAlN及びZrN薄膜の低温形成をイオンビームを用いて実現したものであり，主な成果は以下の通りである。

(1) N_2分子とAl及びZr原子との反応に関して，熱力学的観点からの検討及び非経験的分子軌道法による量子力学に立脚した反応の理論解析を行い，薄膜構成材料間の反応性の違いを考慮した方法で薄膜形成を実現するという新しい考え方に基づき，金属窒化物セラミックス薄膜の最適低温形成法に関する指針を示している。

(2) N_2分子とAlとの反応について，成膜実験により検証し，N_2分子とAlの反応性は低く，活性なNイオンの照射が重要であることを明らかにし，解析結果と良い対応を示すとともに，Nイオンの制御により結晶性に優れたAlN薄膜の形成を実現し，AlN薄膜を用いたGHz帯弾性表面波フィルタの試作に成功している。

(3) N_2分子とZrとの反応について，成膜実験により検証し，N_2分子とZrの反応性は高く，室温でZrとN_2分子の自然反応によりZrN薄膜の形成が可能であることを明らかにし，解析結果と良い対応を示している。

(4) ZrN薄膜の低温形成を通して，Nイオン照射は薄膜の密着性向上に極めて有効である反面，結晶性向上には極力イオン照射を低減する必要があることを明らかにするとともに，高機能ZrN薄膜コーティングVTRシリンダーの開発に成功している。

(5) 従来にない新しい薄膜形成法である界面制御蒸着（Interface Controlled Vapor Deposition：ICVD）法を提唱し，基板表面改質により室温レベルの低温で密着性の良い高硬度なZrN薄膜の形成を実現するとともに，低温で膜質制御が可能であることを示唆し，基板表面改質の効果を明らかにしている。さらに，本方法により耐摩耗性等の特性に優れた高品位ZrN薄膜コーティング電気シェーバー外刃の実用化にはじめて成功している。

以上のように，本論文は量子力学に立脚した理論解析を基にして高機能金属窒化物セラミックス薄膜の最適低温形成法を確立するとともに，電子デバイスや表面コーティングへの新しい応用及び実用化に成功しており，精密科学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。