



Title	イオンビーム支援蒸着法によるポリイミドフィルム上への銅薄膜形成における界面制御の研究
Author(s)	江部, 明憲
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40574
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

氏 名	江 部 明 憲
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 8 2 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平成10年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産加工工学専攻
学 位 論 文 名	イオンビーム支援蒸着法によるポリイミドフィルム上への銅薄膜形成 における界面制御の研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 三 宅 正 司 (副査) 教 授 井 上 勝 敬 教 授 野 城 清 教 授 池 内 健 二 教 授 小 林 紘 二 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、イオンビーム支援蒸着法（以下 IVD 法）を用いたプラスチックメタライズの界面制御に関するものであり、界面制御に対するイオンビーム照射の効果を解明することを目的として、IVD 法における銅薄膜－ポリイミドフィルム界面の構造変化について詳しく調べ、その界面構造変化が銅薄膜の密着力へ及ぼす影響について検討を行ったものである。

本論文は6章より構成される。

第1章では、緒論として本研究の背景と目的について述べている。特にプラスチックメタライズにおける界面制御の重要性、イオンビームと固体の相互作用および本研究にて用いる IVD 法の特長について詳しく述べている。

第2章において、IVD 装置の概要と装置の基本特性について述べている。

第3章では、IVD 法によりポリイミドフィルム上に銅薄膜を形成するに際して、不活性ガスイオンを用いて、イオンビームの持つ運動エネルギーが界面の構造変化に及ぼす影響について述べている。特に透過電子顕微鏡観察とエネルギー分散型X線分析により、銅薄膜－ポリイミド基材界面には、銅原子と基材元素が混じり合った混合層が形成されることを明らかにしている。そして不活性ガスイオンの照射では、界面における化学結合の促進に対する効果は少ないことを示し、この化学結合の促進には、化学的に活性なイオンの照射が必要であることを提案している。

第4章では、金属および高分子材料に対し化学的に活性な窒素、酸素ガスイオンが、界面の化学結合へ及ぼす効果について調べている。特に窒素イオンを用いた場合では、ポリイミド基材に形成されたC－N結合と銅原子との間で、新たな化学結合を形成することを示し、この場合では、混合層の形成に加え、界面の化学結合が促進されることを見出している。

第5章では、種々の成膜条件にて作製した銅薄膜に対して、IVD 法による界面制御が密着力へ及ぼす影響について述べている。そして混合層の形成および化学結合の促進が、密着力の向上に大いに寄与することを明らかにしている。また、イオンビーム照射時にポリイミドフィルム基材側へ与えるダメージ（いわゆる炭化）が、密着力を著しく低下させる要因であることを見出している。

第6章では本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

高分子材料上に金属薄膜を形成するプラスチックメタライズ技術は、高分子材料の高機能化・高付加価値化を実現する技術として、幅広い分野における利用が進められ、今後も更なる発展が期待される技術である。この技術においては、基材が高分子であるため、低温処理にて高密着性の金属薄膜を形成することが最重要課題とされている。しかし、金属薄膜の密着力は、金属や高分子材料の化学的性質に大きく左右され、本論文で取り上げた銅のような高分子に対し不活性な金属材料の薄膜を、高い密着力を有して形成することは困難とされている。

本論文では、低温処理の新しい薄膜形成プロセスとして、真空蒸着法とイオンビーム照射を同時に行う IVD 法を用い、これによる界面制御が、薄膜-基材界面の構造や薄膜の密着性へ及ぼす影響についてまとめたものである。得られた成果を要約すると次の通りである。

- (1) IVD 法により形成された薄膜-基材界面には、銅原子と基材元素の入り混じった混合層が形成されることを明らかにしている。そしてこの混合層は、イオンビームの持つ単一の大きな運動エネルギーの付与により形成されることを示し、IVD 法は、このエネルギー量を制御することにより、混合層の厚みを最適なものにする高い制御性を有することを示している。
- (2) 界面の化学結合状態に対しては、不活性ガスイオンの照射では化学結合を促進する効果はほとんど無く、窒素および酸素イオンを照射した時に、この結合が大いに促進されることを見出している。特に窒素イオン照射では、まず C-N 結合が形成されるが、更にこの結合と銅原子との間で、新たに Cu-C-N 結合が界面に形成されることを明らかにしている。すなわち、窒素イオン照射を行うことにより、イオンビームがもたらす混合層形成に加え、顕著に化学結合が促進され、物理的および化学的效果を組み合わせることが可能であることを示している。
- (3) 銅薄膜の密着力について検討した結果、密着力はイオン照射条件によって大きく変化し、その向上には混合層の形成が、基本的に重要であることを明らかにしている。しかし、イオン照射が過剰になると基材側への照射ダメージである炭化が増大し、密着力を著しく低下させることも明らかにしている。そして、イオンビームの持つ物理的な効果と化学的な効果を組み合わせることが可能な窒素イオンの照射が、密着力向上に最も有効であることを発見している。

以上のように、本論文では IVD 法により形成された薄膜-基材界面の構造変化の現象を明らかにするとともに、IVD 法による界面制御が、高分子材料上における金属薄膜の密着力向上に大変有効である事を初めて明らかにしている。また、この IVD 法を利用した長尺フィルム用連続巻き取り式成膜装置の開発も完了して、実用化への検証が進められている。これらの成果は、生産加工工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。