Osaka University Knowledge Archive

Title	ECRプラズマ空間構造の薄膜合成に及ぼす影響に関する研究
Author(s)	陳, 巍
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40235
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 20 】

氏　　名	陳（ちん）　巍（うえい）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学 位 記 番 号	第　12793　号
学位授与年月日	平成 9 年 1 月 27 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　溶接工学専攻
学 位 論 文 名	**ECR プラズマ空間構造の薄膜合成に及ぼす影響に関する研究**
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授　三宅　正司 (副査) 教 授　井上　勝敬　　教 授　牛尾　誠夫　　教 授　黄地　尚義

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は，ECR プラズマを対象として，プラズマ生成のための入射電磁波の伝播・吸収，並びにプラズマ中の電子，イオン及び中性粒子の振舞を実験的に詳細に調べ，さらに a-Si：H膜の作成を行い，プラズマの空間構造と作成された膜の諸特性との相関を明らかにしている。

本論文は序論，総括までを含めて 6 章から構成されている。

第一章は序論であり，本研究の背景，目的について述べている。

第二章では，ECR プロセスプラズマの空間構造について実験的に解明している。すなわち10^{-1} Pa 以上の圧力では ECR 現象の局在性によってプラズマ中の電子温度，電子密度の軸方向分布は大変不均一となり，共鳴領域の近傍でピーク値が現われることを示している。また逆にこれを積極的に利用して ECR プラズマにおいては電子エネルギーの空間的な制御が可能であることを見出している。

第三章では，プラズマ中に入射するマイクロ波の伝播及び吸収についての実験結果を述べている。そしてプロセス用の ECR プラズマ中での電子サイクロトロン波(ECW)の存在，並びにその共鳴領域での強い吸収によるプラズマ生成への寄与を明らかにするとともに，プラズマ空間構造の不均一性との関連を検証している。

第四章では，プロセスに直接関わるプラズマ中のイオンや中性粒子の組成と運動エネルギーについて調べた結果を述べている。まず反応性気体中の ECR プラズマでは，イオン種としては種々の分子イオンが支配的であることを実験により明らかにしている。又イオンと中性粒子の磁場に平行な方向の温度はいずれも約 1 eV，垂直な方向のそれは0.5 eV 以下であり，電子温度より大変低くて軸方向にほぼ均一であることを明らかにしている。

第五章では，ECR 現象の局在性によって現われる，プラズマ中の電子エネルギーとその密度の不均一性にともない，反応種の生成・消滅も空間的に顕著な差が現われ，それが a-Si：H膜生成に大きな影響を及ぼすことを明らかにしている。そして ECR 共鳴領域の付近で効率よく良質な膜の生成を行なうための条件を見出すとともに，ECR プラズマによる a-Si：H膜の合成においては，SiH_n (n=0-2) ラジカルの存在も大いに寄与していて，平行平板型 RF プラズマによる成膜プロセスと顕著に異なることを明らかにしている。

第六章は結論であり，以上の研究で得られた結果をまとめて本論文の総括としている。

論文審査の結果の要旨

種々の機能性薄膜材料の合成において，反応性気体中の低温非平衡プラズマの利用はますます重要になってきているが，プラズマ特性の理解ならびに良質な膜を得るためのパラメータ制御はまだまだ未熟であるといって良い。本研究はこのようなプラズマの一種としてよく利用されつつあるECRプラズマを対象として，プラズマの諸特性と薄膜合成との相関を明らかにすることを目的として成されたものである。これによりプラズマ生成のための入射マイクロ波の伝播・吸収，並びにプラズマ中の電子，イオン及び中性粒子の振舞を明らかにするとともに，a-Si：H膜合成を行なった時の，プラズマの空間構造と作成された膜の諸特性との相関について種々の新しい知見を得ており，主な成果は以下の4点に要約される。

(1) ECRプロセスプラズマの空間構造に関する研究により，電子温度や密度の軸方向分布はECR現象の局在性にともない不均一となり，共鳴領域の近傍でピーク値が現われることを示し，またそのことを積極的に利用したECRプラズマ電子エネルギーの空間的な制御性を見出している。

(2) プロセス用ECRプラズマ中での波動測定により，電子サイクロトロン波(ECW)の存在，並びにその共鳴領域での強い吸収（減衰）を実験により実証するとともに，それがプラズマ空間構造に顕著な不均一性をもたらすことをはじめて明らかにしている。

(3) 多岐にわたる計測手法を駆使した実験により，反応性気体ECRプラズマ中では，イオン種としては種々の分子イオンが支配的であること，又イオンと中性粒子の温度は電子のそれより大変低くleV以下であり，軸方向にほぼ均一であることなどを明らかにしている。

(4) 上に述べたECR現象の局在性にともなう，プラズマ中の電子エネルギーとその密度の不均一性によって，反応種の生成にも空間的に顕著な差異が現われ，それがa-C：H膜やa-Si：H薄膜生成に大きな影響を及ぼすことを明らかにするとともに，共鳴領域近傍で効率よく良質なa-Si：H膜の合成を行なうための条件を見出している。又ECRプラズマによるa-Si：H膜合成においては，SiH_n (n=0-2) ラジカルの存在も大いに寄与していて，平行平板型RFプラズマによる膜合成プロセスと顕著に異なることを明らかにし，a-Si：H薄膜合成機構に対して新たな知見を与えている。

以上のように，本論文はECRプロセスプラズマの基本的特性を，ECR現象の局在性という観点から初めて明らかにし，その空間構造と薄膜合成との相関を実験的に解明するとともに，高品質a-Si：H薄膜合成機構の解明に寄与する基礎的知見を与えており，材料プロセス並びに溶接・接合工学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。