Osaka University Knowledge Archive

Title	デジタルエッチング法の開発とその反応機構に関する研究
Author(s)	石井, 真史
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3081475
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【56】

氏　　名	石　井　真　史（いし い まさ し）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　11902　号
学位授与年月日	平成7年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学　位　論　文　名	**デジタルエッチング法の開発とその反応機構に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　蒲生　健次 （副査） 教　授　小林　猛　　教　授　奥山　雅則

論文内容の要旨

近年の半導体の微細化は著しく，原子層オーダーの加工制御性を有するエッチング法の開発が求められている。本論文ではこのようなエッチング法として，あるサイクル内でエッチングが原子層オーダーで自動的に停止する，いわゆる「自動停止機構」を持つデジタルエッチング法を開発し，更に理想的な原子層単位のエッチングを目指して，デジタルエッチングにおける反応過程の制御と，その機構の解明を行った。

本論文で提案したデジタルエッチング法は，エッチングガスと反応を誘起するビームを交互に供給する方法であり，これによりエッチングガスの吸着した表面第1原子層のみがエッチングされ，自動停止機構が得られることが期待される。実際にエッチングガスと反応を誘起するビームにそれぞれCl_2ガスと電子あるいは低エネルギーAr^+を用いたGaAsのデジタルエッチングを行った結果，自動停止機構によりサイクルあたりおよそ1／3ML／cycleのエッチング速度を得た。

また，デジタルエッチングにおけるエッチングガスの多層吸着の効果を利用して自動停止特性の多様性を増し，選択エッチングなどプロセスへの適用性を向上させた。

さらに，反応を誘起するビームにレーザーを用いたデジタルエッチングを行い，光化学反応を利用したエッチング反応過程の制御に成功した。この機構を明らかにするために光刺激脱離を使った反応過程の解析を行い，光化学反応のモデルを提案した。このなかで，反応過程の制御における表面吸着層の励起の重要性を明らかにした。表面吸着種の励起機構を議論し，将来の原子層単位のエッチングへの道筋として，表面第1原子層の選択励起・反応の可能性を示した。

以上により，極微細加工に必要な原子層オーダーのエッチングの基礎を築き，将来の理想的な原子層単位のエッチングへの指針を示した。

論文審査の結果の要旨

半導体デバイスの超微細化，超高密度集積化を実現するために，高信頼性，高精度の加工技術が要求され，エッチングプロセスでは原子層オーダーの加工精度を有するエッチング法への関心が高まっている。本論文ではこのような

エッチング法として，エッチャントガスの飽和吸着層は基板との結合が弱く，低エネルギーの電子，イオンまたは光ビーム照射によって選択的に除去できる可能性に着目し，従来の反応性エッチングにおいて同時に行っていたエッチャントガス供給とビーム照射を時継列的に行うことにより，層毎にエッチングができることを示し，また，反応過程の制御と機構の解明を行い，デジタルエッチング法の可能性を実証している。

すなわち，GaAs表面に塩素ガスをパルス的に供給後，電子，イオンまたはレーザービームを照射するサイクルを繰り返すことにより，1サイクル当たり，およそ1／3分子層／サイクル（ML／c）のエッチング速度が得られ，さらにこの値は，塩素供給量，供給時間，ビーム照射時間及び照射量などに依存しない領域があり，自動停止機構が働きデジタルエッチングが実現できることを見出している。

さらに，レーザーを用いたデジタルエッチングでは，230-280nmの波長域ではエッチング速度は波長250nm付近の狭い領域（＜±5nm）で2／3ML／c，それ以外では1／3ML／cとなり波長依存性があることを見出している。さらに，反応生成物の質量分析を行い，塩素はGaと優先的に反応していること，250nm付近で2／3ML／cのエッチング速度が得られる領域では$GaCl_3$が生成され，他の領域ではGaClが生成されることを見出している。また，これらの結果と光吸収スペクトルとを比較して，この反応の違いは，光の吸収，塩素の解離過程の違いによることを示唆する結果を得て光化学反応のモデルを提案している。

以上により，本論文はデジタルエッチングの可能性を明らかにし，高精度超微細加工技術の確立に必要な新しい知見を示しており，博士（工学）論文として価値あるものと認める。