

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		マイクロ・ナノ固体粒子噴霧流を用いた半導体スーパー洗浄			
研究テーマ (欧文) AZ		Super cleaning of semiconductor wafer using micro-nano solid nitrogen spray			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓) イシモト	名) ジュン	研究期間 B	2011 ~ 2012年
	漢字 CB	石本	淳	報告年度 YR	2013 年
	ローマ字 CZ	Ishimoto	Jun	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		石本淳・東北大学・教授			
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>半導体ウエハ洗浄プロセスにおける, 完全ケミカルフリー・純水フリータイプ・極低温マイクロ・ナノ固体窒素粒子の超高速ジェット流を用いた, ドライ型アッシングレス洗浄システムを開発した. 過冷却液体窒素と極低温ヘリウムガス(寒剤)の高速衝突により連続生成される微細固体窒素粒子から成るマイクロ・ナノ固体窒素噴霧流の有する超高熱流束冷却特性とそれに伴うレジスト熱収縮効果を有効活用した新型半導体洗浄法に関する検討を行った. 以下に, 本研究により得られた研究成果を示す.</p> <p>固体窒素噴霧によるウエハ超高熱流束冷却条件に付加して, マイクロ・ナノ固体窒素粒子生成用二流体ノズルに超音波振動子を設置し, 氷核生成の促進と固体窒素粒子の微粒化促進を行い, 洗浄特性の評価を行った. その結果, マイクロ固体窒素噴霧による洗浄メカニズムは, 1) 極低温微細固体窒素噴霧の慣性力の効果, 2) 基板加熱後に照射する極低温微細固体窒素噴霧の持つ超高熱流束急冷によるレジスト熱収縮の効果, 3) 超音波振動子設置による氷核生成促進と固体窒素粒子の微粒化促進の相乗効果, により良好な洗浄特性を得られることが判明した. 本方式により, 90 %程度のウエハーレジストはく離・洗浄性能を達成しうることが明らかとなった.</p> <p>マイクロ固体窒素噴霧を高温加熱ウエハ面上のレジストに高速衝突させ, 粒子の慣性力と噴霧の熱流体力学的効果, 超高熱流束急冷によるレジスト熱収縮効果の相互作用により, アッシングプロセスを経ずにレジストをウエハ面上からはく離・除去, 洗浄するという, レジスト除去・洗浄同時プロセス機構から成るドライ型アッシングレス洗浄システムを開発する. その結果, マイクロ・ナノ固体窒素ジェットの衝突による物理的レジストはく離と超高熱流束急冷による熱収縮の相乗効果を利用し, フォトリソレジストの一部をはく離することに成功した. 加熱無しの場合, レジストはく離には至らないことから, レジストはく離に及ぼす熱収縮効果の影響はかなり大きいことを明らかにした.</p>					
キーワード FA	固体窒素	半導体洗浄	噴霧	極低温	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 ^{GB}	Integrated Computational Study of Ultra-High Heat Flux Cooling Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen Spray								
	著者名 ^{GA}	Jun Ishimoto, U Oh, Daisuke Tan	雑誌名 ^{GC}	Cryogenics						
	ページ ^{GF}	505～517	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	52	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Thermomechanical Resist Removal-Cleaning System Using Cryogenic Micro-Slush Jet								
	著者名 ^{GA}	Jun Ishimoto, Daisuke Tan, Hiroto Otake and Seiji Samukawa,	雑誌名 ^{GC}	Solid State Phenomena,						
	ページ ^{GF}	145～148	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	187	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Integrated Experimental and Numerical Study of Thermomechanical Resist Removal-Cleaning Performance Using Cryogenic Micro-Solid Nitrogen Spray								
	著者名 ^{GA}	Jun Ishimoto, Daisuke Tan, U Oh, Tomohiro Kubota, and Seiji Samukawa	雑誌名 ^{GC}	ECS Transactions						
	ページ ^{GF}	83～90	発行年 ^{GE}	2	0	1	1	巻号 ^{GD}	41	
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}		
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}		

欧文概要^{EZ}

The fundamental characteristics of the resist removal-cleaning system using cryogenic micro-nano solid nitrogen spray flow are investigated by a new type of integrated measurement and numerical technique. The obtained results are summarized as follows.

- [1] It was numerically and experimentally found that the thermomechanical effect of cryogenic micro-solid particulate spray play an important role to the physical force type resist removal-cleaning method. The hybrid interactive effects of fluid mechanical force by impingement of micro solid particle and thermomechanical force due to ultra-high heat transfer characteristics contribute to the resist removal-cleaning process.
- [2] By using both technique of the heat addition to the wafer and ultrasonic atomization, the solid-phase nucleation was enhanced and the particle number density becomes large, also the micro-nano solid nitrogen particles were extensively atomized and minimized until 40% diameter size of without ultrasonic case. As a result, the 90% of resist can be removed and the ashing-less wafer surface cleaning has been achieved. The multiplier effects both thermomechanical and ultrasonic atomization contribute to improve the resist removal-cleaning process.
- [3] The effect of cryogenic spray heat transfer mechanism on wafer surface was numerically investigated. It is found that the ultimate high-heat flux cooling has been attained by micro-nano solid nitrogen spray cooling. The satisfactory temperature decreasing effect is obtained at the wafer surface region where the residual number density of impinging solid nitrogen particle on the wafer becomes large.
- [4] The integrated parallel computation for impingement dynamics between solid nitrogen particle and wafer resist has been performed. It can be predicted that resist removal performance is improved by the scraping effect of impinging solid nitrogen particle fragment in the narrow section between the resist.