

マイクロ・ナノバブルを利用した半導体 ウエハ洗浄技術の開発

茨城県工業技術センター

○小島 均 石川洋明 岩澤 健太
(株)ひたちなかテクノセンター

浅野 俊之

(独)産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門
高橋 正好

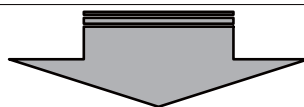
発表の内容

- 開発の背景
- マイクロ・ナノバブルとは
- マイクロ・ナノバブルによる半導体ウエハの洗浄
 - ☆オゾンによる洗浄
 - ☆各種の処理を施した半導体ウエハの洗浄
 - ・オゾンマイクロバブルによる洗浄
 - ・空気マイクロバブル+アルカリ薬剤による洗浄
- 産学官連携
 - ☆産学官連携体制
 - ☆戦略的基盤技術高度化支援事業成果
 - ☆マイクロ・ナノバブル技術の企業化支援

27

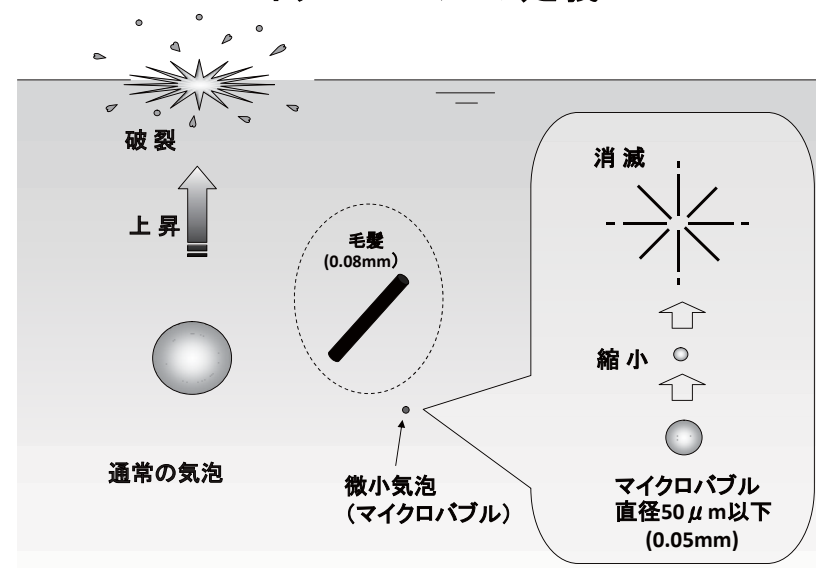
開発の背景と課題

- システムLSIの高性能化、低消費電力化に伴い50nmレベルの微細化加工の要求
- 製造工程での金属不純物、表面吸着物質等の微細汚染物質が製品の品質、信頼性、歩留りに大きな影響有り
- LSIの高性能化に伴いマスク枚数が多くなり、レジスト除去等洗浄回数増加による薬剤使用量が増大

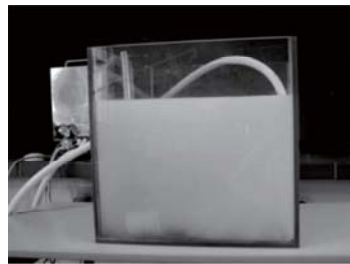
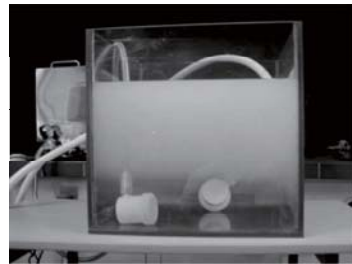
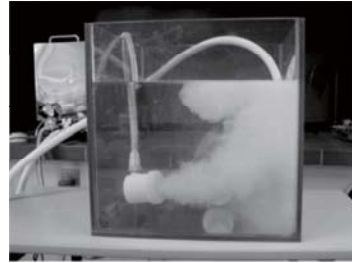
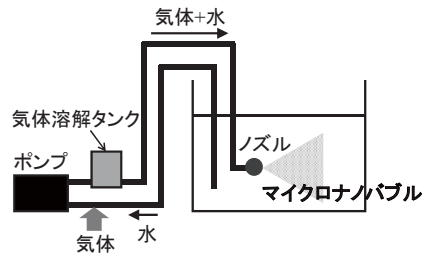


(独)産業技術総合研究所で開発されたマイクロ・ナノバブル技術を半導体ウエハや製造用治工具類の洗浄に応用し、薬剤使用を大幅に削減した洗浄技術を開発する。

---- マイクロバブルの定義 ----

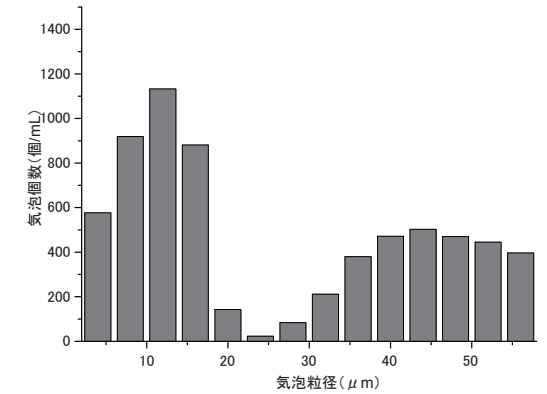


加圧溶解型マイクロバブル発生装置 とマイクロバブル発生



高濃度マイクロバブル発生装置 気泡粒径分布

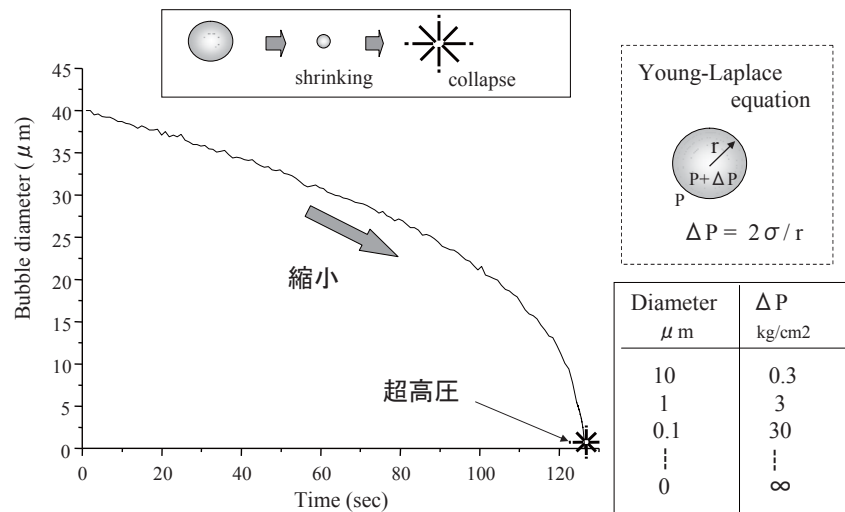
気泡粒径 (μm)	気泡個数 (個/mL)
4	577
8	920
12	1133
16	882
20	142
24	23
28	84
32	211
36	380
40	472
44	503
48	470
52	445
56	397



(独)産業技術総合研究所 高橋研究室における測定結果

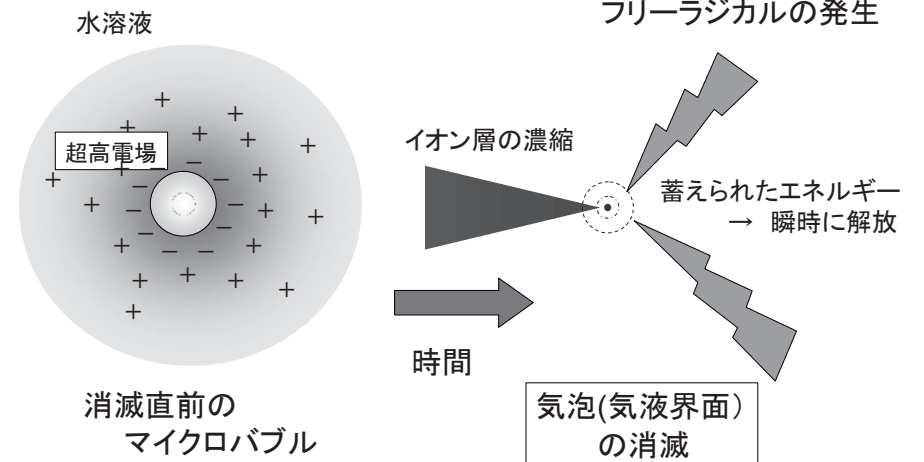
マイクロバブルの特徴

マイクロバブルの内部圧力の上昇

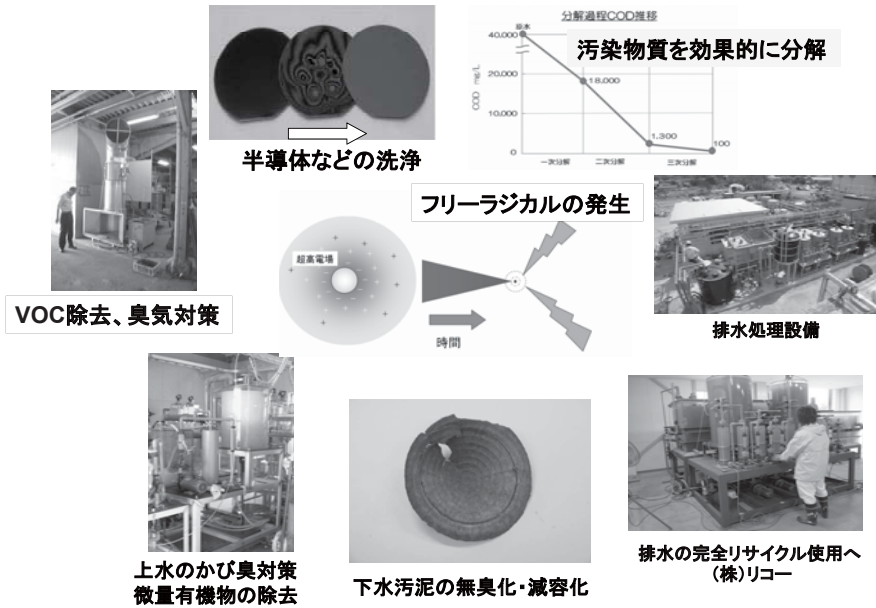


マイクロバブルの特徴

フリーラジカルの発生メカニズム (イメージ)



マイクロバブルによる排水処理・VOC対策・洗浄技術



マイクロ・ナノバブルによる 半導体ウェハ上のレジスト膜除去

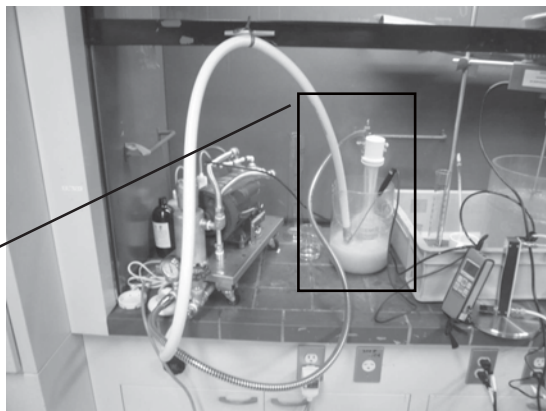
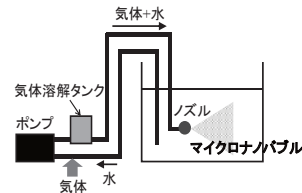
- オゾンマイクロ・ナノバブルによるレジスト膜の除去
 - ・洗浄時間依存性
 - ・オゾン発生量依存性
 - ・洗浄温度依存性
- 各種処理後のレジスト膜の除去
 - ・オゾンマイクロナノバブルによる洗浄
 - ・マイクロナノバブル+アルカリ系洗浄剤
(TMAH:水酸化テトラメチルアンモニウム)による洗浄

6

マイクロナノバブルによる洗浄試験

試験方法

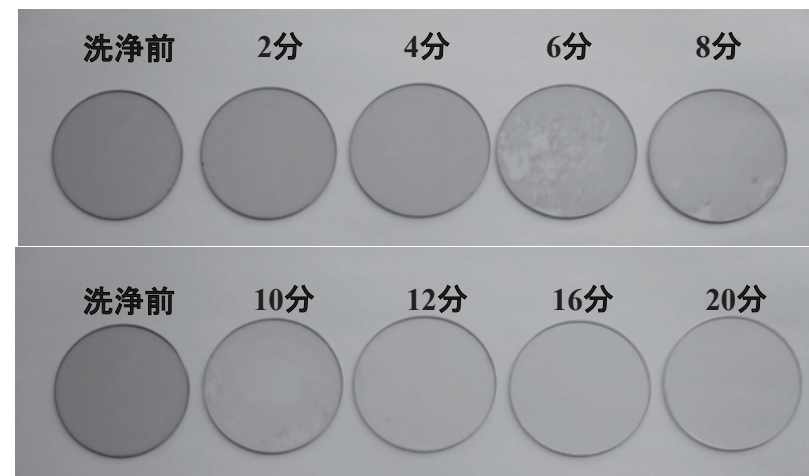
- ▶装置: 資源開発研究所製 高濃度マイクロバブル発生装置A-01
- ▶バブル発生方式: 加圧溶解方式
- ▶洗浄方式: 掛け流し方式(洗浄水:循環)
- ▶出口圧力: 0.4~0.6MPa
- ▶洗浄液: 純水 アルカリ薬剤
- ▶取込気体: 空気、オゾン



洗浄時間依存性

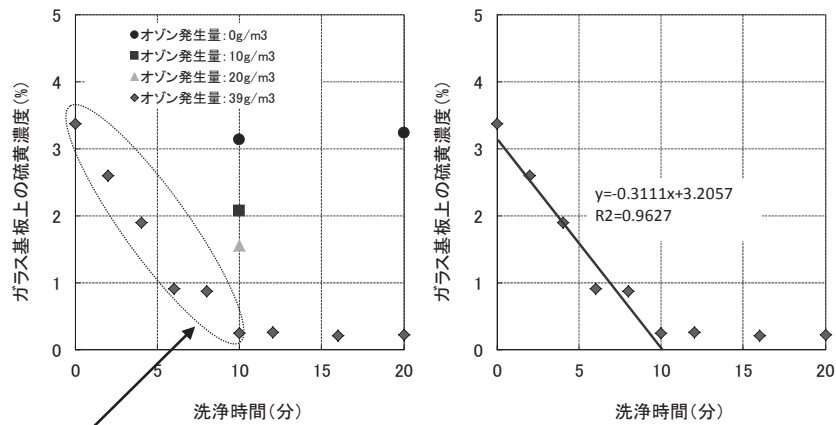
取込気体オゾン(発生量: 39g/m³)
 レジスト: 東京応化工業(株)製 OFPR-820LB
 乾燥温度: 80°C 時間: 30分
 石英ガラス上にスピコートで成膜 [膜厚: 約1.5 μm]

掛け流し方式



洗浄効果の洗浄時間依存性

- ▶ 純水 + オゾン(発生量: 39g/m³)
- * 洗浄時間: 0~20分間 室温
- * 掛け流し方式



洗浄時間10分で、急激な硫黄濃度の減少

オゾン濃度依存性

- ▶ 取込気体: オゾン(発生量: 10, 20, 39g/m³)

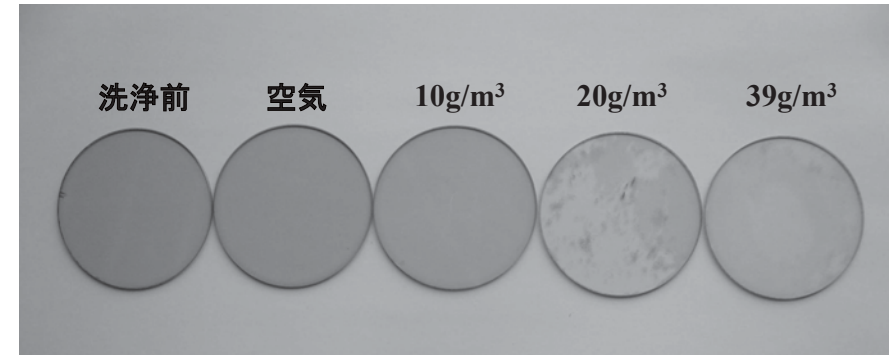
掛け流し方式

洗浄時間: 10分

レジスト : 東京応化工業(株)製 OFPR-820LB

乾燥温度 : 80°C 時間 : 30分

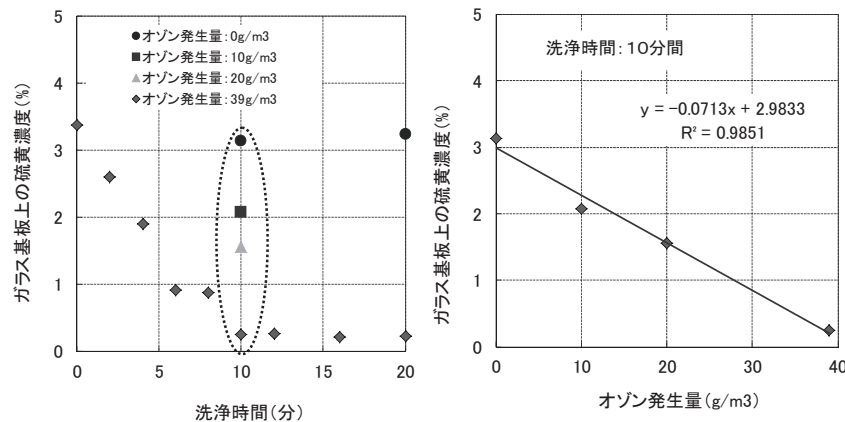
石英ガラス上にスピコートで成膜 [膜厚: 約1.5 μm]



30

洗浄効果のオゾン発生量依存性

- ▶ 純水 + オゾン(発生量: 0, 10, 20, 39g/m³)
- * 洗浄時間: 10分間 室温
- * 掛け流し方式



洗浄効果の洗浄溶液温度依存性

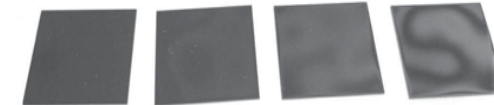
試料: レジスト塗布・ベークのみ(試料1)

レジスト: I級ポジレジスト

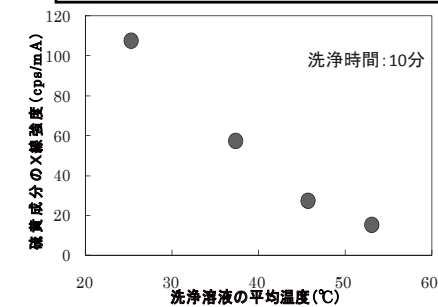
TDMR AR7LB-18G

膜厚: 1.29 μm

平均洗浄水温度
 25.3°C 37.4°C 45.8°C 53.1°C



純水+オゾンマイクロバブル(オゾン発生量: 20g/m³)

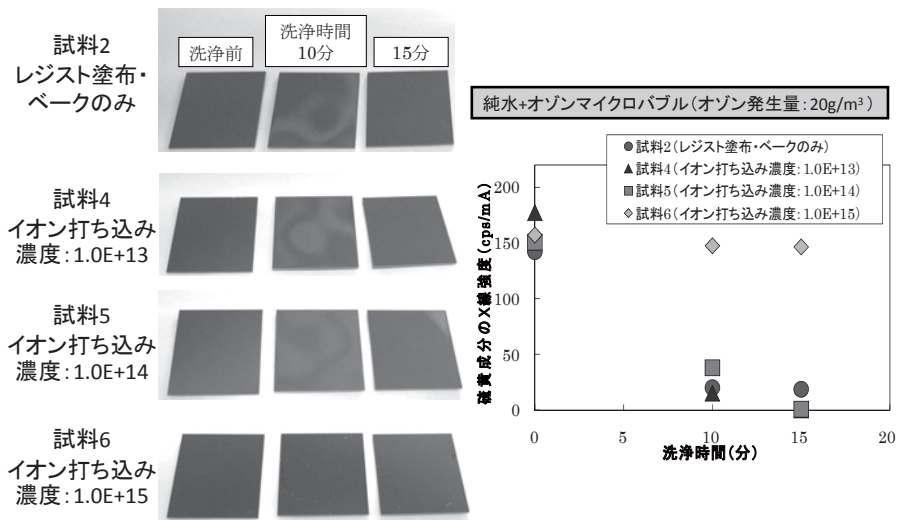


洗浄溶液温度が高い方が、洗浄効果が高い

洗浄試験結果

純水+オゾンマイクロバブル洗浄試験

A. イオン打ち込み(リン 60keV)

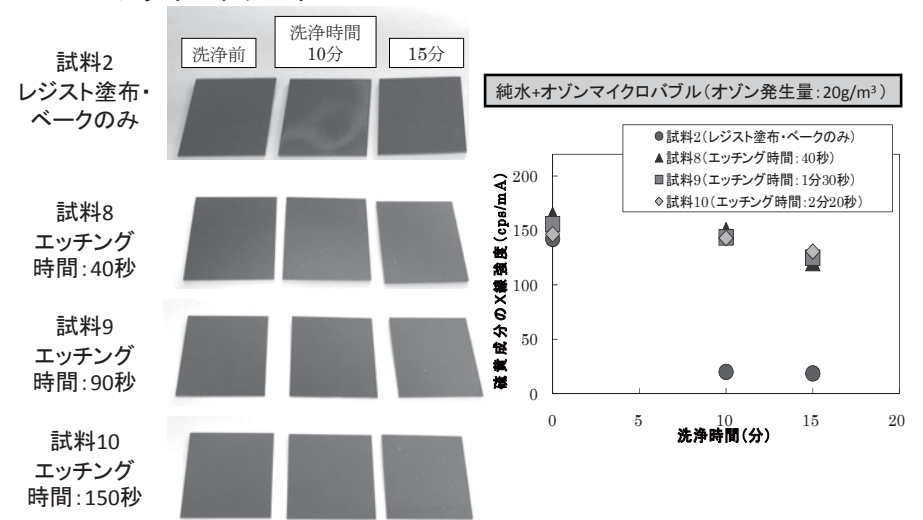


17

洗浄試験結果

純水+オゾンマイクロバブル洗浄試験

B. ドライエッチング



18

31

洗浄試験結果

純水+オゾンマイクロバブル洗浄試験

洗浄条件

- オゾン発生量: 20g/cm³
- レジスト剤: I線ポジレジスト TDMR AR87LB-G (膜厚: 1.29 μm)
- 洗浄時間: 10分

洗浄度 (洗浄時間: 10分)	レジスト塗布・ベークのみ	イオン打ち込み イオン種: リン(P) エネルギー: 60keV			ドライエッチング 装置: UII85AIM-21-01(P1) ガス: C ₅ F ₈ /Ar/O ₂ =14.0/70.0/20.5sccm 圧力: 20mT RFパワー: Top/Bot =2000W/1600W		
		濃度			時間		
		1.0E+13	1.0E+14	1.0E+15	40秒	1分30秒	2分20秒
○	○	○	×	×	×	×	

○: レジスト剤が完全に除去
×: レジスト剤除去不可

19

洗浄試験結果

I. TMAH溶液+airマイクロバブル洗浄試験

試料: イオン打ち込み

洗浄条件 (水酸化テトラメチルアンモニウム

TMAH濃度: 5%, 洗浄時間: 10分)

イオン打ち込み濃度 (atoms/cm ²)	洗浄前	洗浄後	評価
1.0E+13			○
1.0E+14			○
1.0E+15			△

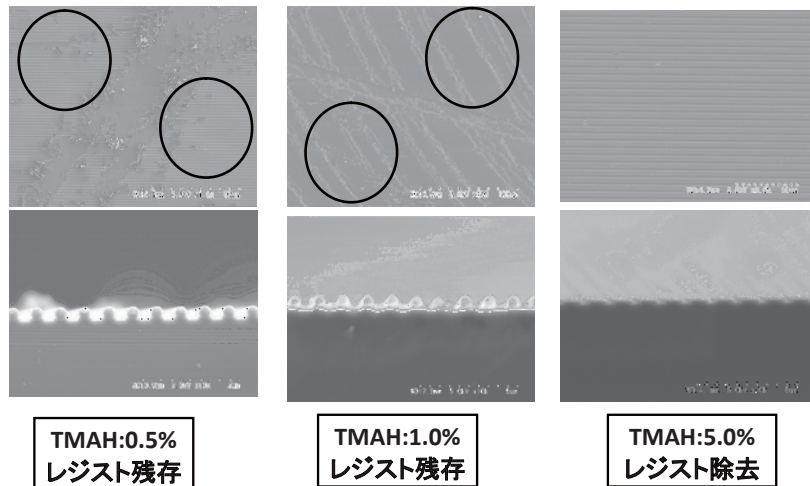
20

洗浄試験結果

I. TMAH溶液+airマイクロバブル洗浄試験

洗浄条件 (TMAH濃度:0.1,0.5,1.0%, 洗浄時間:10分)

試料:②ポリSiエッチング(エッチング時間:90秒)

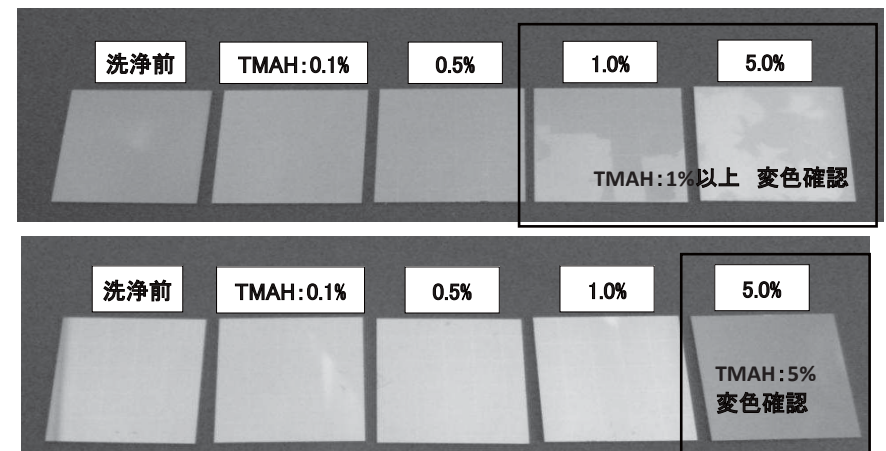


洗浄試験結果

I. TMAH溶液+airマイクロバブル洗浄試験

試料:③酸化膜エッチング(40秒 150秒)

洗浄条件 (TMAH濃度:0.1%~5.0%, 洗浄時間:10分)



22

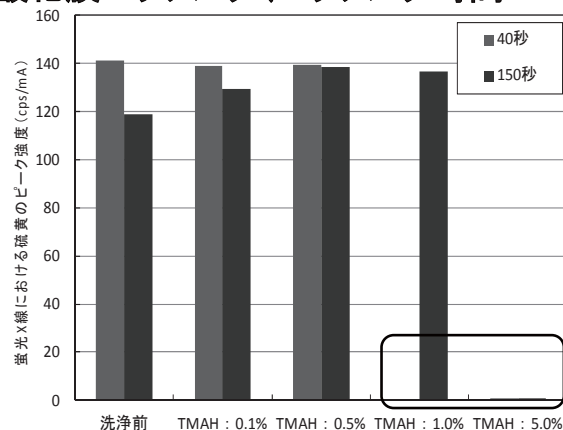
32

洗浄試験結果

I. TMAH溶液+airマイクロバブル洗浄試験

洗浄条件 (TMAH濃度:0.1%~5.0%, 洗浄時間:10分)

試料:③酸化膜エッチング(エッチング時間:40秒, 150秒)



- エッチング時間:40秒・・・TMAH:1.0%以上でレジスト除去
- エッチング時間:150秒・・・TMAH:5.0%でレジスト除去

23

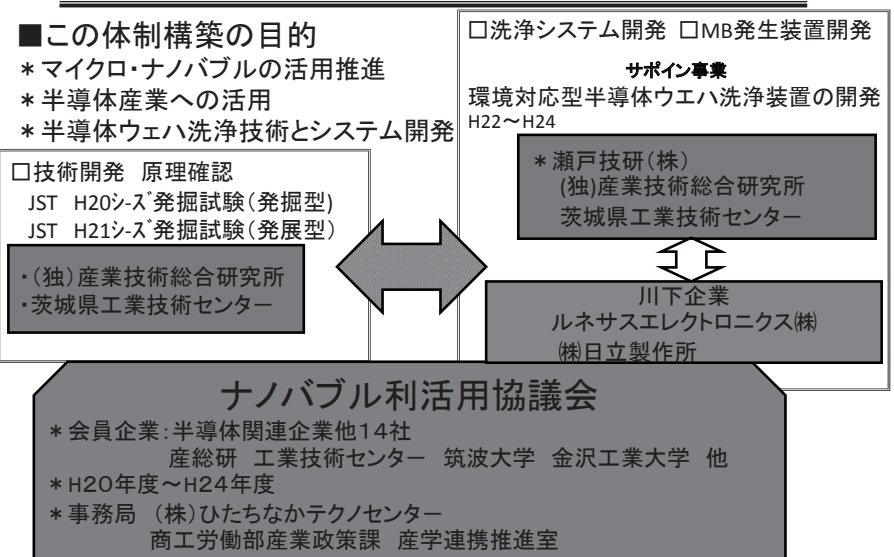
アルカリ系洗浄剤+ airマイクロバブルによるウェハ洗浄効果

- 水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)とairマイクロバブルにより、レジストの洗浄効果を確認することができた。
- 今回用いた各試料(パターン有り)について、TMAH+airマイクロバブルによる洗浄に必要なTMAH濃度は下表の通りである。

試料	パターン	洗浄に必要なTMAH濃度(%)
イオンインプラ (濃度:1.0E+15 atoms/cm ²)	Dot	5.0
ポリSiエッチング (エッチング時間:30秒)	Line	1.0
ポリSiエッチング (エッチング時間:90秒)	Line	5.0
酸化膜エッチング (エッチング時間:40秒)	Hole	1.0
酸化膜エッチング (エッチング時間:150秒)	Hole	5.0

24

マイクロナノバブル活用推進産学官連携の体制



サポイン事業の成果

マイクロナノバブルによる環境対応型半導体ウエハ洗浄装置の開発

① 研究開発の背景及び経緯

② 研究開発の概要及び成果

開発された製品・技術のスペック

- ・ 洗浄効果: 従来の洗浄液に比べ洗浄液によるコウムの生成量は約1/10以下に抑えられ、半導体製造に使用できる洗浄液を確保した。
- ・ ナノバブルの発生量: 従来の洗浄液に比べて約1/10以下に抑えられ、洗浄液の消費量を削減し、環境負荷を低減させた。
- ・ オゾン消費量: マイクロナノバブルにより洗浄液のオゾン消費量が削減された。⑤の通り、洗剤/洗浄液で約1/10に削減された。

③ この研究へのお問い合わせ

お問い合わせ先 株式会社ひたちなかテクノセンター


〒312-8503 茨城県ひたちなか市南大井1-1-1
 TEL: 029-264-2200 FAX: 029-264-2201 E-MAIL: kcs@taka.co.jp
 URL: <http://staff.aist.go.jp/m.taka/>

マイクロ・ナノバブル技術の実用化支援

☆実用化支援メニュー☆

- ◆ ひたちなかテクノセンター
 相談窓口と企業化に向けた企業のマッチング
- ◆ 茨城県工業技術センター
 「マイクロ・ナノバブル発生装置」を活用した技術支援
- ◆ 産業技術総合研究所
 環境管理技術研究部門 環境管理技術部門 (高橋正好先生)による技術相談対応
- ◆ 競争的資金獲得支援
 上記の支援メニューを活用し、有効性や市場性が認められるテーマについて、競争的資金獲得のためのプラン策定の支援を積極的に行う。

開発支援用装置マイクロバブル発生装置 資源開発研究所製
 高濃度マイクロバブル発生装置A-01



☆マイクロ・ナノバブルに関する問い合わせ先☆

- (株)ひたちなかテクノセンター 企業支援部
 浅野 俊之 TEL029-264-2200
- 茨城県工業技術センター 先端技術部門
 石川 洋明 岩澤 健太 TEL029-293-7212
- (独)産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門
 高橋 正好 主任研究員
 URL <http://staff.aist.go.jp/m.taka/>