

オルガノ株式会社

水処理の歴史と電子産業への関わり～水を使った洗浄と帯電防止～

1. はじめに

オルガノは1946年の創立以来70年余の長きにわたり、常に水とともに在り、水に関わるお客様のさまざまなご要望やそれぞれの時代のニーズに応えるべく取り組んできた。

従来からオルガノグループは、生活と産業が必要とするきれいな水を提供すること、排水を浄化して環境に戻すことを主力事業としてきた。例えば、半導体産業が求める極めて純度の高い超純水を作る装置、各種産業が必要とする用水を供給する装置、生活や工場から出されるさまざまな排水をきれいにする装置。これらの技術は長い経験と開発の研鑽から、世界のトップレベルに到達している。オルガノグループが水処理を通して培ってきた技術と経験は、水の中に含まれる不純物をいかに効率よく除去するかに集約される。人々の生活や産業の変化とともに変わり続ける要求に、水の総合エンジニアリング企業としてこれからも応え続ける。

2. 究極の高純度水「超純水」

半導体や液晶をはじめ、各種電子部品の製造に水は欠かすことはできず、製造工程中の平坦化研磨処理や薬液洗浄後のリンス用水としての利用、高純度薬液の希釈用、さらには後述する帯電防止用などとして大量の超純水が使われている。ここで用いられる「超純水」とは、イオン交換樹脂や濾過膜、紫外線酸化装置などを用いて、工水などの原料水から微粒子、金属、有機物、生菌、溶存酸素などの不純物を極限まで取り除くことで得られるものであり、乾燥させても残渣が残ることはない。半導体部品の微細加工技術の進歩により、配線幅は10 nmを下回るようになり、製造工程での異物の管理はますます厳しくなっている。超純水への高純度化要求もとどまることはなく、オルガノではこの要求にこたえるため、水処理技術と共に極微量分析技術も磨いてきた。例えば金属分析技術はppqレベル(1 ppq = 1E-15)に到達しており、次世代超純水の開発に欠かせないものとなっている。

3. 機能水を用いた帯電防止

水の中のイオン成分を取り除くことで、電気は流れにくくなる。水道水では電気の流れやすさを「導電率 [$\mu\text{S}/\text{cm}$]」で示すが、超純水の場合には電気の流れにくさを示す「比抵抗 [$\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$]」が用いられる。理論超純水の比抵抗は18.23 $\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$ にもなる。

静電気学会で取り上げられることの多い帯電や放電に関する研究報告では、これよりもはるかに高い比抵抗の液体や固体が扱われており、それに比べると超純水は「導体」に属してしまうのだが、半導体製造工程では問題となるほどの帯電の原因となる。半導体部品の微細化により、素子間距離が短くなり耐電圧特性が下がったことでESD (Electro-Static Discharge: 静電気放電) 障害はますます深刻になっている。オルガノでは超純水に導電性物質を添加した「機能水」を提案し、帯電防止とクリーンな洗浄の両立に貢献しているので紹介したい。

超純水の導電性を高めて帯電防止をするために、 CO_2 (炭酸) ガスを添加することが長く行われてきて現在でも広く使用されている。電子部品の微細化が進むにつれて、配線幅は細く、薄くなり、同時に銅配線の採用が進んだが、液質が弱酸性となる CO_2 水での洗浄やリンスでは微細銅配線のエッチングが起き、無視できないほどの悪影響が出始めた。この問題に対してオルガノでは、 CO_2 に代えて希薄な NH_3 (アンモニア) 水を用いることでの帯電防止の提案と、希薄 NH_3 水供給装置の販売を進めてきた。

希薄 NH_3 水や CO_2 水を使うことでの帯電防止効果を、超純水を使った場合の帯電状態と併せて次に紹介する。

シリコンウエハを水平に保持して回転させながら、ウエハの中央に希薄 NH_3 水、 CO_2 水、超純水を流量1 L/minで1分間かけ (図1参照)、その後の表面電位分布を測定した。結果を図2に示す。三次元座標の底面の2軸はウエハの座標を示しており、縦軸にはウエハ表面の電位を-50~+50 Vの範囲でとっている。表面電位0 Vに位置する面内に点線で表示しているのがウエハを配置してある部分である。また、3つのグラフは左から、希薄 NH_3 水、 CO_2 水、超純水をかけ流した結果を示している。

〒252-0332 神奈川県相模原市南区西大沼4-4-1

Tel : 042-702-7833 Fax : 042-702-7851

Email yamash-y@organo.co.jp

URL <https://www.organo.co.jp/>

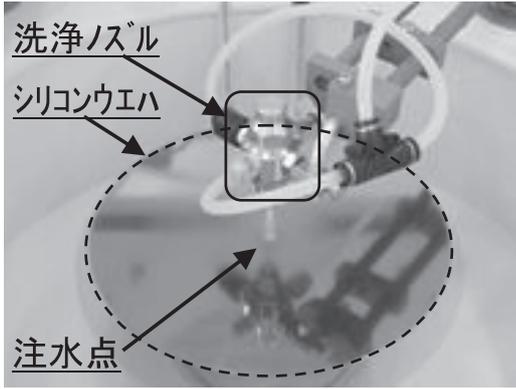


図1 洗浄室の様子

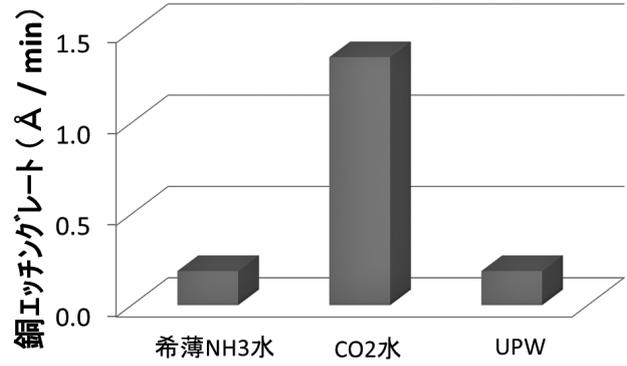


図3 洗浄液の違いによる銅エッチングレートへの影響

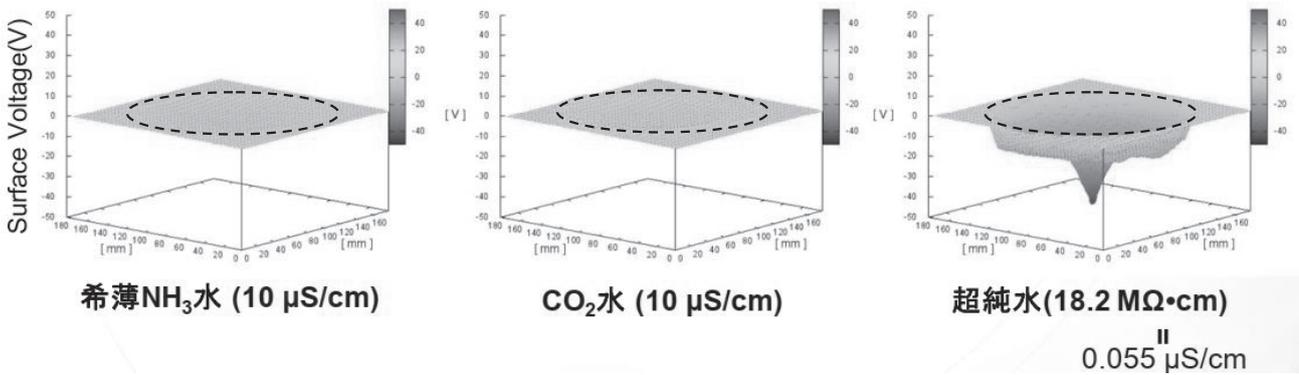


図2 洗浄後のウエハ表面電位測定結果

超純水をかけ続けることで、ウエハ表面全体が負に帯電（電位が下側にシフト）し、特に超純水をかけ続けた中央部では -40 V 程の大きな帯電が確認できた。同じ操作を導電率を 10 μS/cm に合わせた希薄 NH₃水と CO₂水とで行うと、表面電位の偏りや帯電をさせることなく処理を終えることができる。

続いて同じ実験系で、銅薄膜付きウエハ（1 インチ角に切って使用）を用いた銅エッチング量の評価を行った。希薄 NH₃水、CO₂水、超純水（UPW）を流量 1 L/min で 3時間かけ続けたときの結果を図3に示す。

帯電防止では希薄 NH₃水と同様の効果を示した CO₂水で処理後の銅エッチングレートは 1.3 Å/min であったのに対し、希薄 NH₃水を用いた場合にはわずか 0.2 Å/min であり、これは超純水洗浄の場合と同じであった。

微細銅配線デバイスの洗浄、リンス水として、超純水ベースの希薄 NH₃水を使うことには大きなメリットがある。当社では独自の高精度・高応答性の薬液添加システムを希薄 NH₃水製造にも適用し、ささやかながら先端電子デバイス製造を支えている。

4. おわりに

本稿では特に半導体製造工程（洗浄工程）で用いられる機能水の帯電防止効果を紹介した。当社の機能水は、水に非常に近い洗浄液である。環境負荷の低減にも寄与する機能水、そのベースとなる超純水、さらには微量分析の技術を融合させて、電子デバイス産業をはじめとする多くの分野で持続可能社会のために活躍していきたい。

(山下 幸福)