

ウェットリンス機構付きメタルエッチャーの開発

小室健司*¹・前田雄二*¹・長田智明*¹・上村隆一郎*²・長田大和*²

Developments of Dry Etcher equipped wet rinse unit for metal process

Kenji KOMURO*¹, Yuji MAEDA*¹, Tomoaki OSADA*¹, Ryuichirou KAMIMURA*², Yamato OSADA*²

*¹ Advanced Electronics Equipment Division, ULVAC, Inc. 2500 Hagisono, Chigasaki, Kanagawa, 253-8543, Japan

*² Institute of Semiconductor and Electronics Technologies, ULVAC, Inc. 1220-14, Suyama, Susono, Shizuoka, 410-1231, Japan

With our dry etching equipment, high density plasma ($5E10\sim1E11 / \text{cm}^3$) can be generated at low pressure (0.07~13.3 Pa) by ISM (Inductive Super Magbetron) type plasma source, uniform etching distribution by magnet It is possible.

In this issue, we developed dry and wet composite mass production type dry etching equipment for high quality SAW filter.

The feature of this device is solved by developing hardware that performs a series of processing under low dew point environment wet etching after dry etching, against corrosion which is particularly likely to occur in composite metal film.

1. はじめに

第4の産業革命ともいわれる IOT(Internet Of Thing) は、全てのモノとコトとをインターネットにつなげて世界を変えていく技術革命である。IOT 革命によって、生み出される新たな市場は、2020 年には少なくとも見積もっても 360 兆円はあると言われており、その中でもセンサや電子部品のマーケットシェアは、日本が世界の 50% 以上を握っている。

IOT の本格普及によりネットワークに接続されるデバイスと、それに付随するセンサの数が急速に膨れ上がり、必要とされる超小型、超薄型の電子部品は爆発的に増加する。

IOT を支えるために必須と言われている次世代通信規格 5G では、通信機器や RF デバイスにとっても新たな技術が必要になってくる。

RF デバイスの中でも、SAW フィルタ (Surface Acoustic Wave Filter, 表面弾性波フィルタ) は必要な周波数のみを通す通信機器のキーとなる受動部品であり、スマートフォンの高性能化により、スマートフォン 1 台当たりの部品搭載数が増加し、現在多いものでは 50 個近くにもなる。

現在の 4G 世代スマートフォンで使われている周波数は 700 MHz~2.5 GHz, 3.5 GHz であるが、5G 世代となると 5~6 GHz, 10~20 GHz, 更には 60 GHz という周波数も使われるようになる。

Figure 1 に、RF デバイスの周波数帯と今後の技術動向を示す。高周波化しても、既存のプラチナバンド帯や LTE 帯にも対応する必要があり、積載個数は増加の一歩をたどっている。

Frequency	0.8GHz	2.5GHz	5GHz
Line wide	1 μm	0.4 μm	0.18 μm
Standard	2~3G	4G	5G
Band	Platinum	LTE	
Device	SAW	SAW	SAW/FBAR
Mass production	⇨	⇨	⇨

Figure 1 SAW filter feature trend

上記に加えて、4G から 5G 規格への移行により、SAW フィルタのライン幅はより狭くなり、加工寸法精度が非常に重要になってくる。

本稿では、高品位 SAW フィルタ向けドライエッチング装置 NE-7800 を紹介し、櫛型電極のドライ/ウェットプロセスにおける問題を解決しつつ、高信頼性加工が実現できる技術について記述する。

2. SAW フィルタの製造工程

Figure 2 に SAW フィルタの説明図を示す。

SAW フィルタとは、圧電体の薄膜、もしくは基板上に形成された規則性のある IDT (InterDigital Transducer, 櫛型) 電極により、特定の周波数帯域の電気信号を取り出す素子のことである。

櫛型電極のライン幅の微細化は、製造工程におけるパーティクル発生の抑制やパターン形成工程における加工

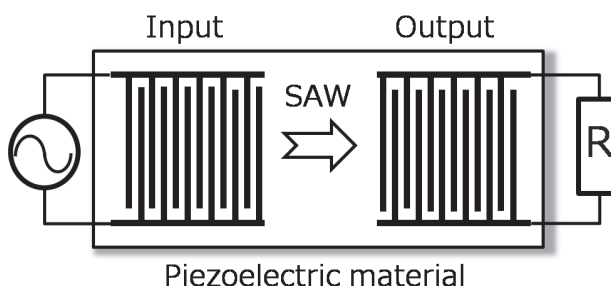


Figure 2 SAW filter structure

*¹ (株) アルバック 電子機器事業部 (〒 253-8543 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2500)

*² (株) アルバック 半導体電子技術研究所 (〒 410-1231 静岡県裾野市須山 1220-14)

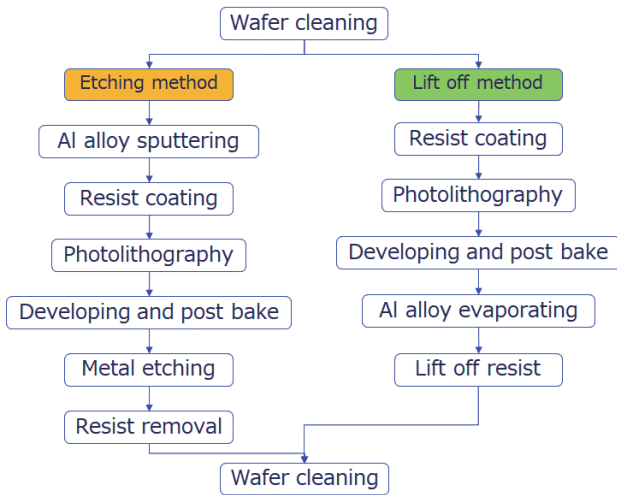


Figure 3 SAW filter front process flow

精度の向上が求められることを示唆している。

Figure 3にSAWフィルタの一般的な製造工程を示す。

電極パターンの形成には従来技術としてリフトオフ法が用いられてきたが、電極間が1 μm以下になるような微細プロセスにはドライエッチング法が必要になってくる。

当社のドライエッチング装置では、ISM(Inductive SuperMagbetron)方式のプラズマ源により、低圧(0.07~13.3 Pa)で高密度プラズマ(5E10~1E11/cm³)を発生することができ、マグネットにより均一なエッチング分布が可能である。

Figure 4にドライエッチング後のウェット工程を示す。

電極材料をドライエッチングした後にウェット工程にてフォトレジストを剥離し、ウェット工程で取り切れない残渣を最終的にドライアッシング工程で除去するのが一般的である。

Figure 5にドライ/ウェット複合装置構成の一例を示す。

3. ウェットリンス工程における問題と解決手法

Al, Al合金系の材料は、被エッチング表面に吸着残留する塩素や反応生成物である塩化アルミニウム等の塩

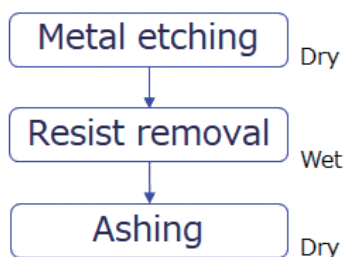


Figure 4 Wet process flow

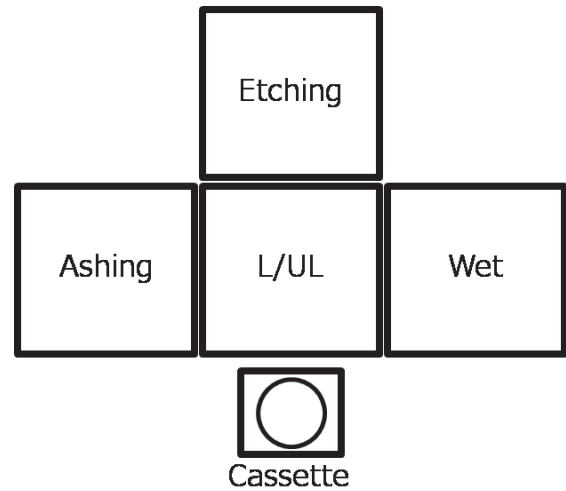


Figure 5 Dry etching tool structure

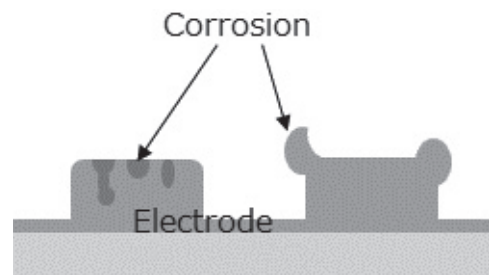


Figure 6 Corrosion of electrode

化物と大気中の水分とが反応し、HClが生成されることでコロージョンが誘発される。Figure 6に、IDT電極パターンのコロージョンの発生例を示す。

特にAlCu合金においては、Cuの含有量が多い場合にコロージョンの発生が顕著であり¹⁾、ドライエッチングの後処理方法の最適化が必要となる。そのため、ドライエッチング後に以下の処理を追加し比較実験を行った。

- ① O₂ プラズマ処理
- ② H₂O プラズマ処理
- ③ 純水流水洗浄

その結果はFigure 7に示す通り、①ではAl合金のコロージョンを抑制できず、②、③の処理によって、大気中に6時間放置してもコロージョンは観察されず、発生を抑制することが確認できた。

また、Al合金のドライエッチングでは、Figure 8に示すようなフォトレジスト除去残渣フェンスがしばしば発生するため、これも後処理で剥離、除去する必要がある。フェンスはジェット洗浄を用いて剥離する方法があ

Process	Result
① O ₂ plasma	×
② H ₂ O plasma	○
③ Rinsing	○

Figure 7 Corrosion after

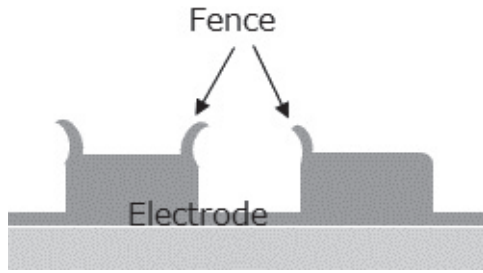


Figure 8 Fence of electrode

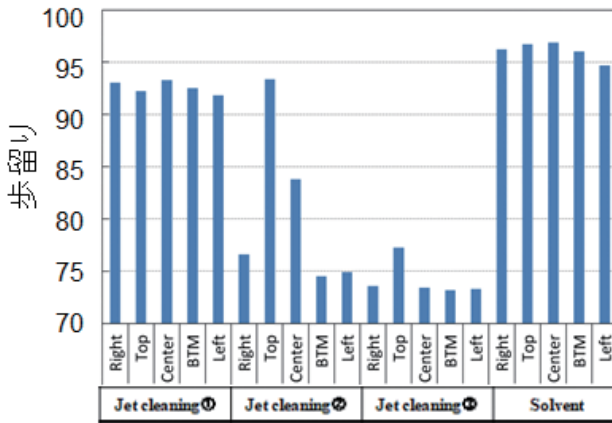


Figure 9 Yield in the substrate

Process	Result
① O ₂ plasma	×
② H ₂ O plasma	×
③ Rinsing	○

Figure 10 Side wall deposition peeling result by chemical treatment after

るが、SAW デバイスでよく用いられる LN(LiNbO₃: ニオブ酸リチウム) 基板の場合、Si に比べてせん断応力が小さく基板破損の懸念から、ジェット水流圧力を落とさざるを得なく、フェンス剥離マージンが低下し、歩留りを向上し難い。そこで、我々は専用の剥離液を用い、Figure 9 に示すように基板面内での歩留り向上を確認した。

ただし、この剥離液によるフェンス除去工程は、Figure 10 に示す通り、前述の① O₂ プラズマ処理、② H₂O プラズマ処理を経由した基板ではフェンスを形成する主成分である Al が酸化し、フェンスを除去し切れないという問題が発生した。一方、③流水洗浄では酸化が発生しないため、完全にフェンスを除去できることを確認し最適と判断した。

前述の③はウェット処理であるため、真空中で行われるドライ処理後、基板は大気圧下に曝される。Figure 11 に示す通り、コロージョンの発生頻度はエッチング後の大気に曝される時間に大きく影響され、3秒という瞬時であっても完全に抑制することはできない。この原因は大気中の水分の影響と推定し、大気圧下に曝される

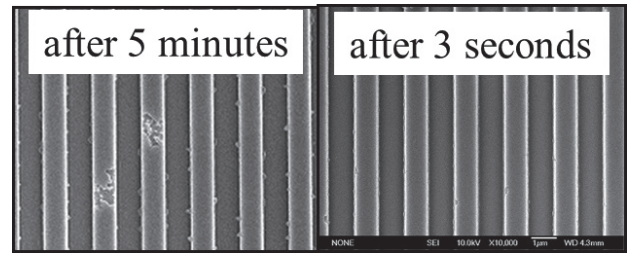


Figure 11 Atmosphere exposure time dependent of corrosion

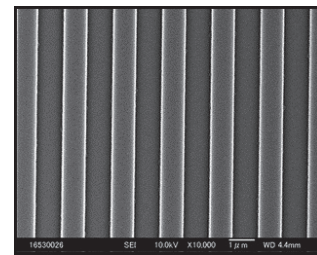


Figure 12 Corrosion suppression by dew point control

環境の露点を -35℃ 以下に制御したところ、Figure 12 に示す通り完全に抑制できることが分かった。

以上の結果から、ドライエッチングの後処理方法として、環境を管理した状況でウェット処理による脱塩素、並びにフェンス除去を分けて行うことにより、各々の問題を解決した。

Figure 13 に改善したウェット工程を示す。

ドライエッチングからウェットリンスまでの間は露点管理が重要であることから、新たに開発した装置では、ロボットによる受け渡し空間の露点を管理し得る仕様としている。

Figure 14 に新しい装置の外観を示す。

2つのウェットプロセス機構と受け渡しの大気ロボットは窒素雰囲気にて低露点環境 (-35℃) にて運転されるようになっている。本装置の開発により、歩留り向上と無人化を達成可能となり、高品位 SAW フィルタの量産に大きく貢献することとなった。

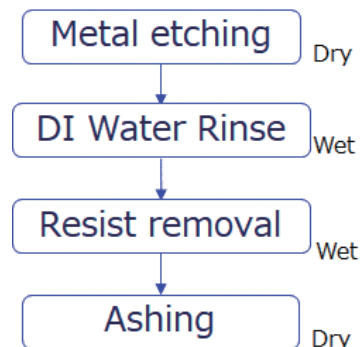


Figure 13 Wet process flow



Figure 14 New dry etching tool

4. まとめ

低露点環境下で、塩素系ドライエッチング後のウェットプロセスを最適化することにより、コロージョンやフエンスの問題を解決し、低欠陥加工が可能な量産装置を開発することができた。

本装置では更にアンテナ形状の最適化やプロセス室内のエッチャント濃度の最適化のために均一化リングを採用し、ウエハ全面において加工寸法均一性の向上を達成している。

今後拡大していく RF デバイスの製造メーカへワールドワイドに広く拡販するとともに、差別化された高性能メタルエッチャーとして、他のデバイスへの応用展開も図っていきたい。

文 献

- 1) O. Seri, S. Furuya, and N. Soga: J. Jpn. Inst. Light Met., 39(10), 724-729, 1989