

ダイサ用超小型純水リサイクル装置の有用性

技術開発本部 技術サポート部 ユニットグループ

Usefulness of the Ultra-Compact Deionized Water Recycling Unit for Dicing Saws

Engineering R&D Division Engineering Support Department

要旨

半導体製造においては、超純水を冷却や洗浄のために使用している。そのため工場では、大型の純水製造設備と排水のリサイクル設備、廃液処理設備をそれぞれ設置するのが一般的である。しかしこれらは大型の設備であるがため、定期メンテナンスによる工場全体の稼働停止や、小規模増強などのフレキシブルさに欠けるなどの課題がある。そこで本レビューでは、小型で高い純水リサイクル率と低消費電力を実現するダイサ用超小型純水リサイクル装置「DWR1722」を紹介する。

Abstract

Ultrapure water is used for cooling and cleaning in the semiconductor manufacturing industry. Thus, semiconductor manufacturing factories generally install large deionized water manufacturing, drain recycling, and liquid waste disposal facilities. However, because they are large facilities, there are issues in flexibility, such as downtime for the entire plant due to regular maintenance or minor improvements. In this review, we introduce DWR1722, an ultra-compact deionized water recycling unit for dicing saws, which is small but realizes a high deionized water recycling rate with low power consumption.

1 はじめに

半導体製造工程でシリコンウェーハなどを切断するダイシングソー（ダイサ）は、冷却や洗浄のために純水を使用している。近年では、ウェーハの清浄性を高めるために純水消費量が増加傾向にある上、環境負荷の低減から水資源の有効利用が強く求められている。そのため、使用後の純水をリサイクルすることで、水の使用量を低減することが必要である。しかし、従来の純水製造およびリサイクル設備は工場全体の使用水量をまかなうため、大型で高額なシステムが一般的である。しかし設備の定期メンテナンスのため工場全体を一斉に稼働停止する必要があることや、小規模な設備増強が困難であるなどの課題がある。

そこで小型かつ高リサイクル率を実現した、ダイサ用超小型純水リサイクル装置「DWR1722」（写真 1）を開発した。



Photo. 1 DWR1722

2 純水リサイクル装置の課題と対策

ダイサの切削排水を再度切削水としてリサイクルする場合、

- A) 高性能なフィルタによるシリコン層などの固形物除去
- B) 紫外線ランプによる殺菌および有機物の分解
- C) イオン交換樹脂によるイオン除去
- D) 冷凍機やヒータを使った水温調整等が求められる。

図1のようにダイサ排水に含まれるシリコン層の粒子径は、おおむね $0.5\mu\text{m}$ 以下であるため、A)のようなフィルタは非常に細かなメッシュサイズが必要となる。従来の純水リサイクル装置に多く採用される濾過装置では、セラミックや有機膜の高価なフィルタを使用し、構造が複雑で大型である。

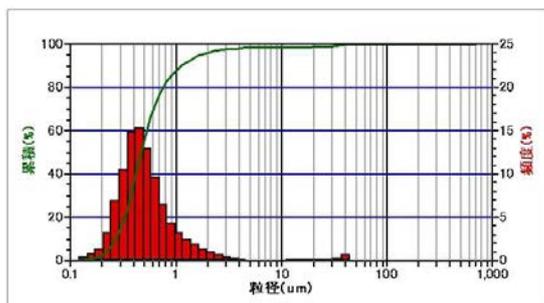


Fig. 1 ダイサ排水に含まれる粒子径

さらにB、C、Dの機能を付加すると、装置はますます大型化し、クリーンルーム内のダイサに隣接して設置できるコンパクトな装置設計は困難であった。

これらの理由により、従来の純水リサイクル装置は大型設備となり、クリーンルーム外に設置するのが一般的である。そのため、設置スペースの確保のみならず、ダイサから純水リサイクル設備までの純水、排水管工事など

の費用が追加発生する。さらに、濃縮廃液処理のための費用も発生する。

DWR1722はこれらの課題を解決し、「クリーンルーム内のダイサに隣接設置できる純水リサイクル装置」を実現した。また以下の項目に重点を置き開発を行った。

- ① 超小型設計
- ② 排水ゼロ化
- ③ 低消費電力
- ④ イージーメンテナンス

2-1. 超小型設計

装置を小型にするためには構造をシンプルにすることが不可欠である。前述したようなセラミックフィルタや有機膜をもちいた濾過方式をクロスフロー濾過と呼ぶが、その他に全量濾過という方式がある(図2)。クロスフロー濾過は原液の流れの力で膜の汚れを掃除しながら濾過する方式であり、フィルタの目詰まりを低減させるための逆洗システム等を組み合わせる。フィルタの交換頻度は少なくなる反面、構造は複雑で大型になり、濾過水量よりも大量の原液を流す必要があるためポンプも大きくなる。また、捕捉したシリコン層は濃縮廃液として排出されるため、この廃液を保管しておくためのタンクの設置も必要である。これに対して全量濾過は膜面に汚れが積もっていくので次第に濾過能力が低下し、定期的なフィルタ交換が必要となるが、最もシンプルな方式である。

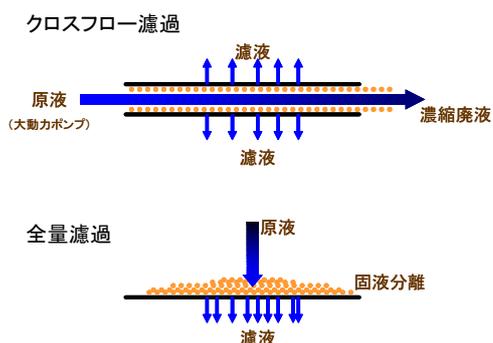


Fig. 2 クロスフロー濾過と全量濾過

以上の理由により、DWR1722 では、装置の小型化が可能な全量濾過方式を採用した。ただし、市販されているフィルタでは寿命が極端に短く実用的でない。そのため、ダイサ排水の濾過に特化した、専用のフィルタ「CC Filter」(写真 2) を独自開発した。CC Filter は独自構造の使い捨てフィルターモジュールである。このフィルタを採用したことで、非常に小さいフットプリントの中で純水リサイクル装置に必要な A~D のすべての機能を収めている。



Photo. 2 CC Filter

2-2. 排水ゼロ化

従来の純水リサイクル装置は、一般的にリサイクル率が 80~95% である。リサイクルできなかった濃縮廃液は、さらに何らかの処理をおこない、産業廃棄物としての有償処理が必要となる。特にガリウム砒素などの有害物を

ダイシングした場合、その廃液処理は難しくコストがかかる。リサイクル率を 100% にして排水がゼロになれば、廃液処理設備が不要になり、大きなメリットをもたらす。

DWR1722 は全量濾過方式の CC Filter を採用し、濃縮廃液はゼロを実現した。このフィルタ 1 つでダイサ 1 台から排出されるシリコン屑を約 1 カ月分捕捉できる。捕捉されたシリコン屑は CC Filter と共に固形物として廃棄できる。

CC Filter で濾過されたダイサ排水は無色透明の清水となるが、純水にリサイクルするためには排水に溶け込んでいるイオン成分や有機物を除去する必要がある。

イオン成分はイオン交換樹脂を通して除去できるが、有機物は除去できない。ダイサ排水にはダイシングテープなどに由来する有機物が多く含まれているため、そのままリサイクルを続けていくと有機物の濃度が高くなり、ダイシング後のボンディング工程やデバイスの品質に悪影響を及ぼす恐れがある。そのため DWR1722 には専用設計の UV ランプモジュールを搭載し、ダイサ排水に含まれる有機物を効率よく分解することが可能となった。この UV ランプモジュールにより、濾過水をイオン交換樹脂に通す前に、波長 254nm と 185nm の紫外線を照射し、有機物を有機酸レベルにまで分解する。その結果、リサイクル率 100% (注 1)、排水ゼロレベルまでリサイクル率を上げることが可能となった。

2-3. 低消費電力

全量濾過方式の CC Filter を採用したことで濾過用ポンプの動力が最小限で済んだ。さらに切削水温のコントロールには、従来型のヒータ PID 制御ではなく、冷凍機の廃熱を利用

した温度コントロールシステムを採用したので温調に要する電力を大幅に削減できた。また DWR1722 はダイサのすぐ近くに設置することで、ダイサ加工点で使用された排水をすぐに温調するため水温コントロールが容易となる。その他、各部の最適化設計により、DWR1722 はダイサ 2 台分の処理能力を持ちながら、電力は水温コントロールのみを担う定温水供給装置 DTU152 の 1/2~1/3 である（当社比）。

2-4. イージーメンテナンス

DWR1722 はクリーンルーム内のダイサに隣接設置し、ダイサと連動することが前提の装置であるため、ダイサのメンテナンス員が本装置のメンテナンスも兼任で行うことが想定される。使いやすさの向上のため、操作パネルには大型のカラータッチパネルを採用した。また、画面デザインも装置の構造が直感的に理解できるようにした。その他、CC Filter

やイオン交換樹脂の交換は引き出し式の構造とし、コンパクトな外形寸法にもかかわらずイージーメンテナンスを可能とした。

3 おわりに

DWR1722 はダイサ専用設計として、超小型、排水ゼロ、低消費電力、イージーメンテナンスの純水リサイクル装置を実現した。純水のリサイクル利用はダイサ以外にもグラインダなどの装置でもニーズがある。様々なアプリケーションでの検証を蓄積し、対応機種を増やしていきたい。今後も省資源・ゼロエミッションの実現により、地球生態系と自然環境の保全に貢献していく。

注

1. 実際は 0.5%程度がダイシング中に気化するので、最大リサイクル率は約 99.5%となる。