

# 微粒子洗浄用機能水(アルカリ還元水)

## 製造装置の紹介

### Application of the Active Water (Alkaline Reducing Water) Production System for Particle Cleaning



(環)製品開発室  
杉 澤 政 宣  
Masanori Sugisawa  
(環)技術部第3技術室  
去 来 川 辰 彦  
Tatsuhiko Isagawa

神鋼パンテックは電子部品の洗浄工程に供給する機能水(アルカリ還元水)の製造・供給システムを完成した。このシステムは連続して安定した水質、水量でアルカリ還元水を供給できる。アルカリ還元水とは超純水に水素ガスとアンモニアを溶解させた溶液であり、超音波洗浄等との組合せにより微粒子の除去に効果がある。このアルカリ還元水を使用した洗浄法により廃液、排水の減容化や製造関連設備の簡略化が期待され、本装置は環境負荷の低減にも貢献できるものと考えられる。

The active water (alkaline reducing water) production system has been developed to supply water stable in quality and quantity for rinse processes of the electronics industry. The active water, ultra purewater dissolved with hydrogen gas and alkalinized with ammonia is effective in removal of particle when used with ultrasonic energy etc. This system also offers simplified manufacturing system and reduced consumption of utilities and resultant wastewater. For that reason we believe alkaline reducing water can contribute to reduce environmental impact.

#### Key Words :

機 能 水	Active (Advanced) water
還 元	Reduction
環 境 負 荷	Environmental impact
微 粒 子 除 去	Particle removal
超 音 波 洗 浄	Ultrasonic rinsing

#### まえがき

従来から電子部品洗浄工程において微粒子や金属、有機成分を除去するために種々の洗浄が行われている。

例えば半導体分野では一般的に第1図に示すRCA洗浄が採用されている。RCA洗浄では%オー

ダーの酸や過酸化水素、アンモニアを用いて洗浄を行っており、これら薬液は洗浄後、廃液となり排出される。また被洗浄物に残留した薬液を洗い流すリンス工程では大量の超純水が使用され、この超純水もリンス排水となる。

このようにして発生した排水は次に示す処理が行

われている。

フッ素, 硝酸イオン

アンモニア: 逆浸透膜による分離・濃縮  
イオン交換樹脂による吸着

過酸化水素: 活性炭による分解

高濃度有機成分: 生物処理

低濃度有機成分: 紫外線照射による酸化分解  
生物処理

その他高濃度廃液: 蒸発(蒸留)濃縮

また, RCA 洗浄では第1図で示すとおり濃度が高い薬品を高温で使用しているため酸やアンモニアなどの蒸気が発生する。このため作業環境を維持するため大がかりな製造設備や排気設備が必要になる。

一方, 液晶分野においても近年, 画面の大型化や従来のアモーフスシリコン型 TFT 液晶から電子の移動速度の速い低温ポリシリコン型 TFT への移行が進んでいる。このため液晶製造での洗浄の高度

化が進み使用超純水量や排水量が増加している。

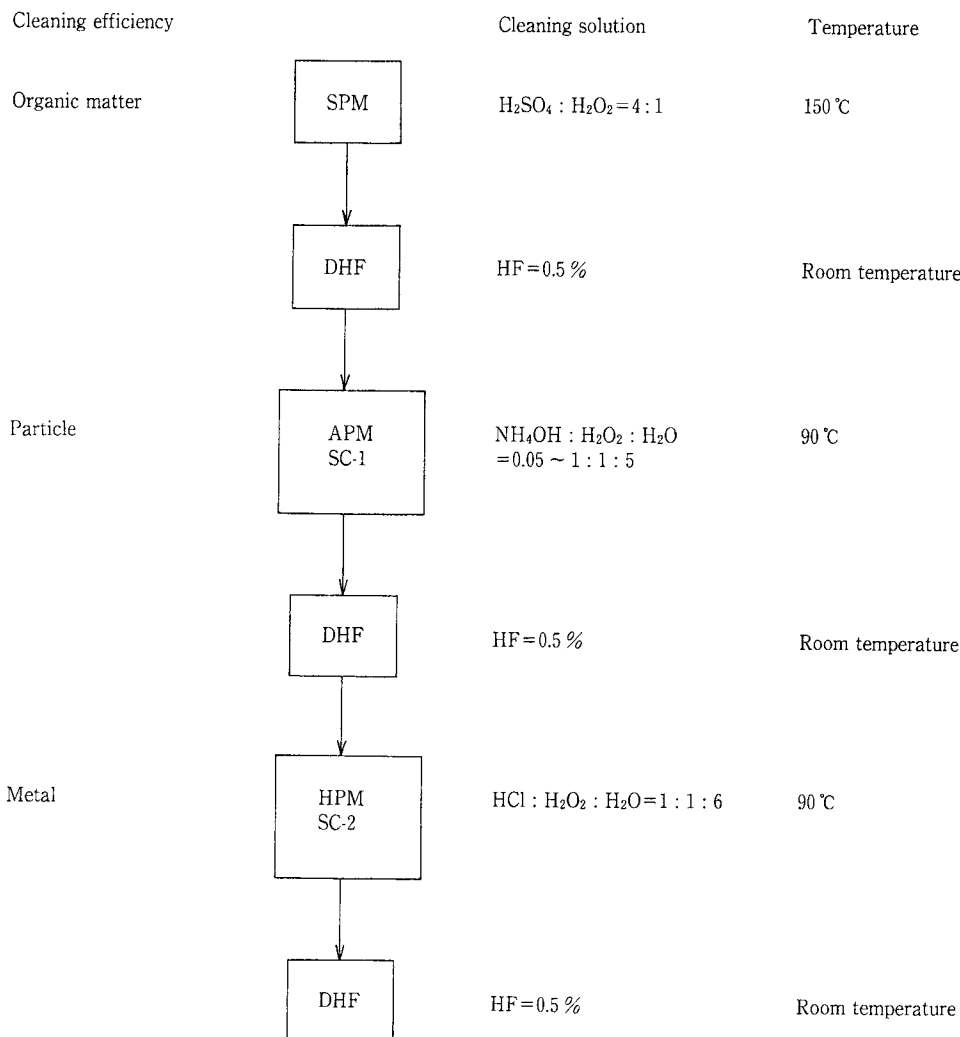
前述のように電子部品の製造においては大量の超純水の供給, 大量の廃液や排水の処理, 作業環境維持のための設備が必要であり, 運転費用の増加とともに環境負荷も増加している。

このような状況において近年では, 低濃度の薬品を常温で使用して従来以上の洗浄効率を得ることのできる機能水洗浄が, 運転経費の低減や環境負荷低減の観点からも注目されている。

## 1. 機能水洗浄とは

一般的定義はまだ確立されていないが, 近年電子部品洗浄において注目されている機能水洗浄とは, 水(H<sub>2</sub>O)にガスおよび薬品(いずれも50 mg/L以下)を溶解させた溶液(機能水)を使用して超音波などの物理的エネルギーを作用させた洗浄を意味することが多い。

具体的には微粒子除去に効果のある還元性機能水



第1図 RCA 洗浄  
Fig. 1 RCA Cleaning

(アルカリ還元水等)や金属除去に効果のある酸化性機能水(酸性酸化水等)による洗浄があげられる。次章に微粒子除去機構について説明する。

## 2. 微粒子の除去機構

微粒子の除去を効率的に行うためには被洗浄物と微粒子のゼータ電位が同極であることが必要であるとされている。被洗浄物と微粒子のゼータ電位が異極である場合は洗浄により一旦剥離した微粒子は被洗浄物と電気的に引合い、容易に再付着してしまい洗浄効率が悪くなる。逆にゼータ電位が同極である場合は一旦剥離した微粒子は被洗浄物と電気的に反発し、再付着を起こし難く洗浄効率が良くなる。次章に微粒子除去に効果があるアルカリ還元水について説明する。

## 3. アルカリ還元水とは

アルカリ還元水とは超純水に水素ガスを溶解し、アンモニア等で pH をアルカリに調整した溶液である。

第2図に示す通り溶存酸素濃度が $50 \mu\text{g/L}$ 前後の超純水の酸化還元電位(ORP)は数 $10 \text{ mV}$ である。しかし超純水に水素を溶解させると ORP は急激に低下し水素濃度 $0.5 \text{ mg/L}$ では $-500 \text{ mV}$ になる。その後は ORP は緩やかに低下して水素濃度 $1.2 \text{ mg/L}$ では $-600 \text{ mV}$ になる。また第3図に示すとおり水素濃度 $1.1 \text{ mg/L}$ の水素溶解水は ORP が約 $-600 \text{ mV}$ であるがアンモニアを添加して pH を調整すると pH 7.5 で ORP が約 $-700 \text{ mV}$ 、pH 9.0 で $-750 \text{ mV}$ まで低下する。

このアルカリ還元水が微粒子の除去効率を向上させるのは ORP が負であるアルカリ還元水が、被洗浄物と微粒子のゼータ電位を両方とも負にするためであると推測される。

しかしアルカリ還元水により単にシャワー洗浄を

行うだけでは洗浄効率は向上せず、超音波洗浄等との組合せにより初めて洗浄効率の向上が認められたとの報告がある。これは被洗浄物と微粒子のゼータ電位が同極となっても単なるシャワー洗浄では微粒子が剥離するだけの反発力を得られず洗浄効率は向上しないが、超音波洗浄等を併用することにより微粒子が一旦剥離し、この微粒子と被洗浄物が反発することにより再付着を防止するため洗浄効率が向上すると推測される。

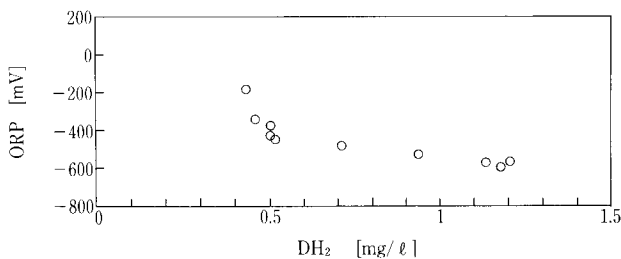
## 4. アルカリ還元水供給装置

### 4.1 装置概要

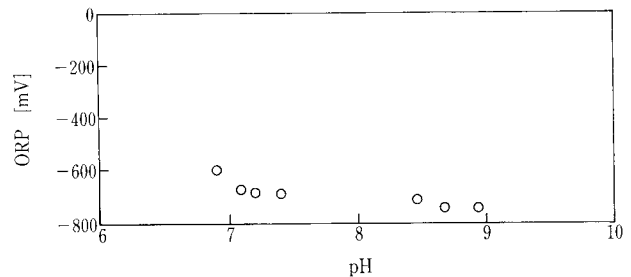
第4図に当社が納入したアルカリ還元水装置の概略フローを、写真1に外観を示す。本装置は固体高分子膜を使用して超純水を電気分解して得た水素ガスを気体透過性を有する膜を介して超純水に溶解させている。超純水を電気分解して得た水素ガスを使用するので高圧水素ガスを取り扱う必要がなく安全であり、さらにオンサイトで必要な量の水素ガスを得ることができ、水素ガスを保管する必要もない。この水素を溶解させた超純水(水素水)に試薬のアンモニア水を超純水で希釈した数%のアンモニア水を添加して pH の調整を行い、アルカリ還元水を製造し、循環槽に一旦貯留する。pH 調整に使用するアンモニア水の希釈と注入は全て自動制御されておりアンモニア水を扱う上での安全性や臭気の漏れ等の問題はない。

アルカリ還元水は一旦循環槽に貯留された後、循環ラインを構成する供給配管を通して複数のユースポイントに安定した圧力で供給され、使用されなかったアルカリ還元水は循環槽に戻る。

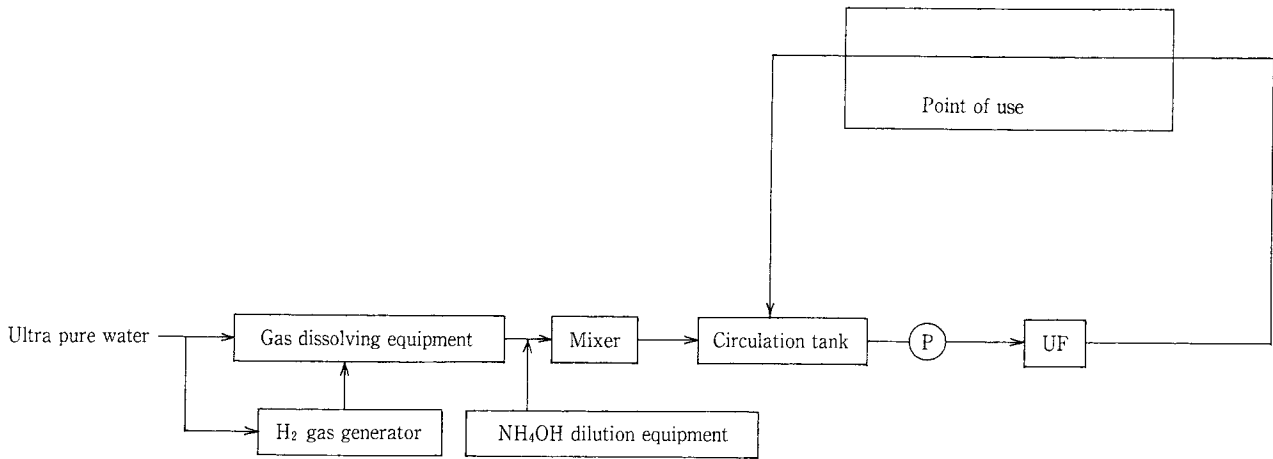
なお本装置でのアルカリ還元水供給能力は $1.8 \text{ m}^3/\text{h}$ であるが、容易に増量出来るように設計製作してある。



第2図 水素濃度と ORP の関係  
Fig. 2 Relationship between DH<sub>2</sub> and ORP (DH<sub>2</sub>: Dissolved H<sub>2</sub> Concentration)

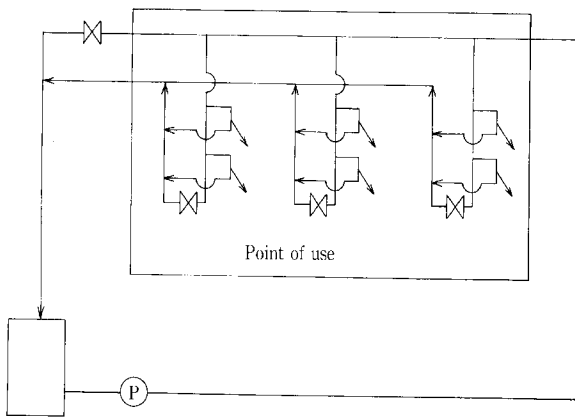


第3図 pH と ORP の関係(DH<sub>2</sub>:1.1mg/L)  
Fig. 3 Relationship between pH and ORP



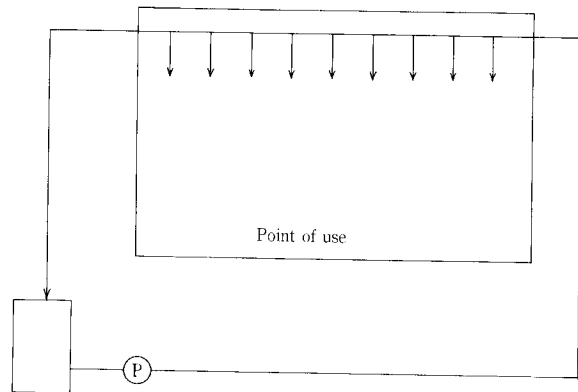
第4図 アルカリ還元水製造装置フロー

Fig. 4 Flow diagram of Alkaline reducing water production system



第5図 Reverse return 方式のユースポイント配管

Fig. 5 Piping system of reverse return method at point of use



第6図 One way 方式のユースポイント配管

Fig. 6 Piping system of one way method at point of use

#### 4.2 供給配管系

本装置の供給配管系は第5図に示す循環方式の一種であるリバースリターン方式を採用している。本方式ではユースポイントでの使用がなくとも、絶えず配管内をアルカリ還元水が流れており配管からの溶出による汚染や、菌の増殖が防止されている。また多数のユースポイントで同時にアルカリ還元水を使用した場合でも第6図に示す One way 方式と異なり各ユースポイントの圧力は安定しているため同時に多数のユースポイントへ安定した流量での供給が可能である。

#### 4.3 運転状況

本装置ではリバースリターン方式でアルカリ還元水を供給しているため循環槽への補給は保持量が減少した時のみ行なわれる。従って循環槽への補給がない時には、アルカリ還元水が長時間循環することになるが、この際水素の放散による溶解水素濃度

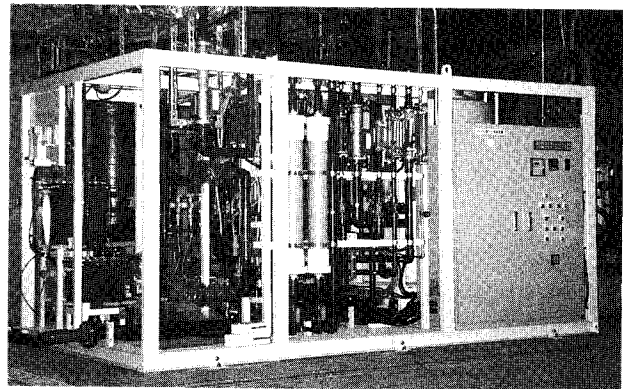


写真1 アルカリ還元水供給装置

Photo.1 Alkaline reducing water production system

の減少が起こらないよう配慮した設計となっている。

ユースポイントで、ほとんどアルカリ還元水が使用されない場合、循環槽への補給は4時間に1回程度となる。この場合が、水素濃度保持にとってもっとも厳しい条件となるが、水素濃度は第7図に示すとおり、0.8~0.88 mg/Lの間で安定した運転が可能である。

また水質は pH 調整のために添加したアンモニアによる変化 (pH, 電気伝導率, NH<sub>3</sub> 濃度) 以外は使用した超純水と同等であり pH についても 8.9~9.0 で安定している。

運転条件は次に示すとおりである。

アルカリ還元水製造量 : 1.8 m<sup>3</sup>/h

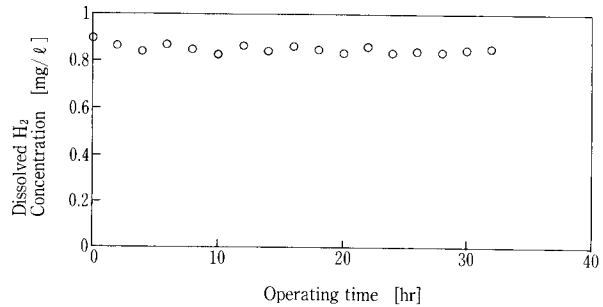
UF でのブロー水量 : 0.3 m<sup>3</sup>/h

注入 NH<sub>3</sub> 濃度 : 4 mg/L

### むすび

当社が納入した電子部品製造工程向のアルカリ還元水製造装置の特徴は下記のとおりである。

- ① 使用する水素ガスはオンサイトで製造するので高圧水素ガスの取り扱いや保管を必要としない。
- ② pH 調整に使用するアンモニア水の希釈は自動化しており取り扱い上の安全性や臭気の拡散の防止が図られている。
- ③ 供給水質は pH 調整のため添加したアンモニア



第7図 経過時間と水素濃度の関係

Fig. 7 Relationship between dissolved H<sub>2</sub> concentration and operating time

による変化 (NH<sub>3</sub> 濃度, 比抵抗, ORP) 以外は超純水と同等である。

- ④ 配管系をリバースリターン方式としたことで多数のユースポイントに同時に安定した水量のアルカリ還元水を供給できる。
- ⑤ 安定した水素濃度と pH のアルカリ還元水をユースポイントに供給することができる。

### [参考文献]

- 1) 大見忠弘・森田博志・西山泰史 クリーンテクノロジー(1996), p.29.
- 2) 桜井直明・早水直哉・小寺雅子・松井嘉孝 UCT Vol.11, No.1, p.19.
- 3) 大見忠弘ほか監修 超純水の科学, (株)リアライズ社

### 連絡先

杉澤政宣 環境装置事業部  
製品開発室

TEL 078-992-6532

FAX 078-992-6503

E-mail m.sugisawa@pantec.co.jp

去来川辰彦 環境装置事業部  
技術部  
第3技術室

TEL 078-232-8098

FAX 078-232-8056

E-mail t.isagawa@pantec.co.jp