

IDECにおけるオゾン層破壊物質(ODC)全廃対策の導入

藤田 圭一*¹⁾ 前田 由美*²⁾ 島 邦夫*³⁾

1. はじめに

地球環境問題が取りざたされるなか、特にオゾン層破壊物質については世界的規制が実施されており、フロン113, 1,1,1-トリクロロエタン等の特にオゾン層破壊係数の高い物質(ODC)については「モントリオール議定書」により1995年末での全廃が決定されている。また、これら物質は、米国の「大気浄化法」で、1993年5月より製造工程内で使用した場合ラベリングを行う規制も開始されている。このことから、地球環境問題、対米輸出商品の競争力の面から早急な対策が必要となり、1993年4月に、1993年10月末のODC全廃を目標としたスケジュールを開始し、1993年11月末をもって製造工程内でのODC使用全廃を達成した。

本稿では、ODC全廃対策の導入経過ならびに対策内容について述べる。

2. 概要

2.1 ODC規制の背景⁽¹⁾

1974年、カリフォルニア大のローランド教授とモリナ博士により、フロンによるオゾン層減少と人類・生態系への影響の可能性が指摘された。フロンに代表されるODCは、熱的、化学的に安定な物質であり(これがフロンを使用してきた理由でもある)、大気寿命が長く対流圏で分解されないまま成層圏上空にまで達する。成層圏上空において、光分解などでフロンより遊離塩素が生成され、この遊離塩素が触媒となってオゾン層を減少させる。簡単に図1⁽²⁾に示す。

例としてフロン12を取り上げ、オゾン層(オゾン)破壊のメカニズムの一例を示すと

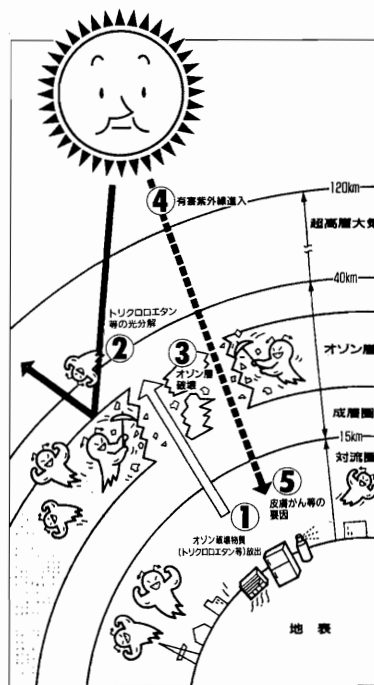
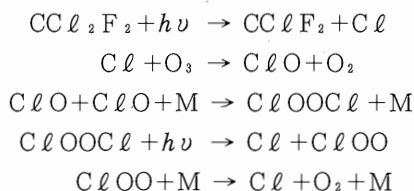


図1 オゾン層破壊メカニズム⁽²⁾

となり、フロンの光分解による遊離塩素が、フロン消滅の引き金となっていることがわかる。オゾン層は卵の殻のようなものであり、地球をとりまく外敵(この場合有害な宇宙線)から内部の生物を守っている。オゾン層の減少の影響は、紫外線を含む宇宙線の透過を容易にし、最終的には生態系の破壊にもつながる可能性がある。特にオゾン層破壊により増加する紫外線帯域(UV-B等)は、DNA損傷を引き起こすのに十分であると解かっており、皮膚ガンや白内障の原因となったり、植物やプランクトンの成長を阻害することが知られている。

2.2 国際的規制

ローランド教授らの論文が発表された当初は、それほど世間の関心を集めなかった。しかし、その後の研究・観測によりこのことが事実である可能性が強くなり、世界的な規制が行われることとなった。

まず、UNEPC(国際環境計画)において、1985年「オゾン層保護のためのウィーン条約」、1987年「オゾン

* 1) 生産本部 生産技術センター
* 2) 生産本部 生産技術センター
* 3) 生産本部 生産技術センター

層を破壊する物質に関する「モンリオール議定書」が採択されオゾン層保護に関する規制が開始された。このうち「モンリオール議定書」については、随時改訂・規制強化され、1992年の改訂では1996年でのODC（特定物質）全廃が採択された。表1に規制スケジュールを示す。

表1 ODC規制スケジュール

(a)モンリオール議定書による削減スケジュール

特定フロン使用量		1,1,1-トリクロロエタン使用量	
1986年実績を基準	100%	1989年実績を基準	100%
1994.1～	25%以下	1994.1～	50%以下
1996.1～	全廃	1996.1～	全廃

ただし、エッセンシャルユースを除く

(b)モンリオール議定書によるグループ

グループ	付属書 No.	該当物質
特定物質	I	a 特定フロン(CFC) (CFC-11,-12,-113,-114,-115)
		b その他CFC (CFC-13,-111,-112,-211,-212,-213,-214,-215,-216,-217)
	II	a 特定ハロン (ハロン-1211,-1301,-2402)
		b 四塩化炭素
	III	b 1,1,1-トリクロロエタン
	指定物質	c 炭素数1～3のHCFC:34種 (HCFC-123,-141b,-225ca,cb, etc.)

2.3 地域的規制³⁾

また、アメリカでも1990年11月に大気浄化法が改正されている。大気浄化法の611条に基づくラベリング規則（警告表示義務）が1992年5月に官報公示され、1993年2月より施行された。この規則概要は、米国州間通商において1993年5月以降フロンなどのODC（クラスIの物質：モンリオール議定書におけるグループI～III）を使用して製造される製品について警告表示を義務づけたものである。

備考1. 警告表示がなされていない場合、州間商業への導入が禁止される。

2. クラスI及びクラスII（モンリオール議定書付属書Cに挙げられる物質）の物質を含む容器、クラスIの物質を含む製品も同様に警告表示義務がある。

日本でも「モンリオール議定書」の採択をうけ、「オゾン保護法」が国会で成立・公布され、「モンリオール議定書」の改訂をふまえて随時改訂されている。

2.4 IDECにおけるODC使用目的及び規制

当社はスイッチ等の電気接点を持つ部品、又PLC等制御機器のメーカーであり、接触信頼性の確保は死活問題である。そのため、接触信頼性の確保、基板の腐食防止のためにODCを使用してきた。ODCの使用用途としては以下の3点が挙げられる。

- 1) 接点表面の異物洗浄
- 2) 基板・部品のフラックス洗浄
- 3) 金属・樹脂部品の脱脂洗浄

使用ODCは、フロン113及び1,1,1-トリクロロエタンの2種である。

当社でも当初より地球環境問題を重視し、経営基本方針として1989年に制定された環境基本方針を基に、環境対策推進本部を設置し環境問題に取り組んでいる。オゾン層保護に関し、フロン113については1990年5月より全社の第一次使用量削減対策（ケチケチ作戦：「特定フロン溶剤」ケチケチ使用”手引き」配布、実施）を開始し、翌1991年5月より第二次使用量削減対策（ケチケチ作戦強化：装置改造も実施）を実施した。また、1,1,1-トリクロロエタンについても1992年4月より全社使用量削減対策（装置改造実施）を開始し、結果1992年12月には1990年の削減対策開始時と比較し、ODCの年間使用量は約40%の削減にまでなった。その後1993年4月より「1993年10月末にODC全廃」を目標とした全廃スケジュールを開始し、同時にフロン113及び1,1,1-トリクロロエタンの購入を中止した。また、「大気浄化法」（米国）の『ラベリング規則』に対応すべく、5月15日より特定製品についてはフロン113及び1,1,1-トリクロロエタンの使用を廃止し、そしてこれから述べる全廃対策の導入により、11月末日をもって製造工程内でのフロン113及び1,1,1-トリクロロエタンの使用全廃を達成した。当社における、ODC削減経過を図2に示す。

3. 全廃対策の導入

3.1 基本的な方針

安易な方法として、第2世代フロン（HCFC類：オゾン破壊係数が0ではなく、2005年に全廃予定）、塩化メチレン（水質汚濁防止法における規制物質）、トリクレン（特定化学物質）等を使用する方法を採っているところもあるが、当社としては将来を見据えた地球環境を重視することから当物質を使用しない無洗浄化が最適であると判断した。

無洗浄化にあたり、

「清浄な部品を清浄な環境で加工・組立すれば汚染されることはない」

を基本的な考え方として念頭においた。

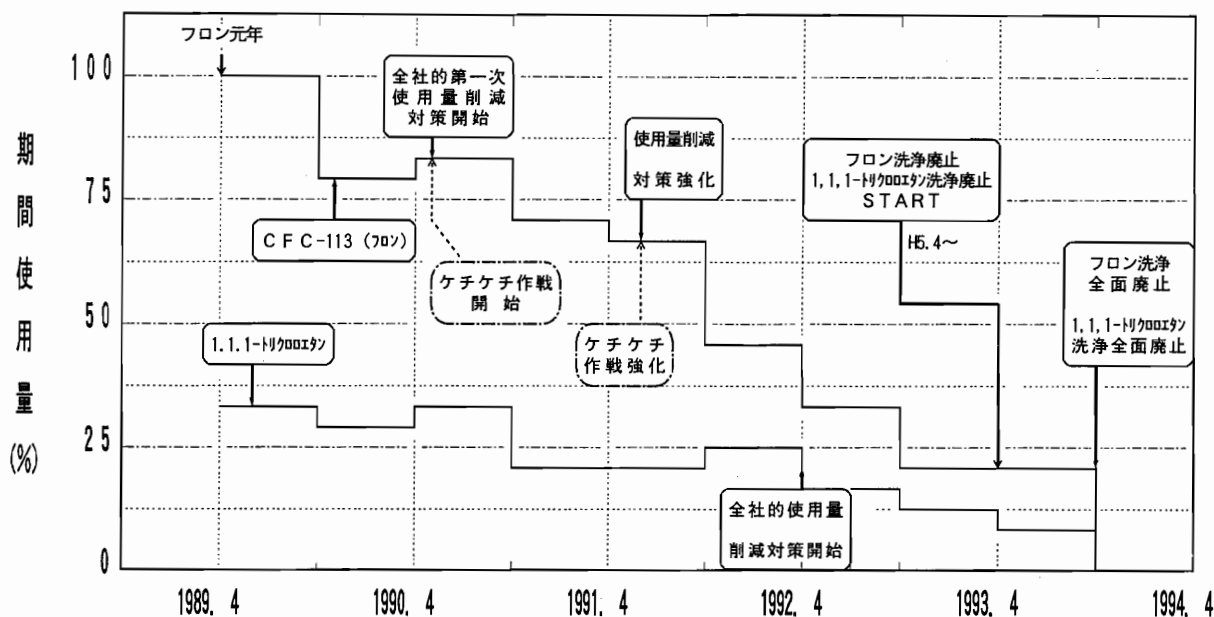


図2 ODC削減経過
(1989年度(平成元年度)上期の月平均フロン使用量を100として期間使用量を算出)

3.2 無洗浄化への取り組み

当社では従来より品質を高度に維持するため、各種クリーン化設備を導入してきた。今回の無洗浄化の取り組みでもこれを発展・強化し、部品製造工程からのクリーン化を含め、以下の2項目を実施した。

- 1) 工場内クリーン化の推進
- 2) プロセス管理の徹底

以下具体的な取り組みについて述べる。

4. 工場内クリーン化の推進

クリーン化方策全体として、以下の3項目を実施した。この3項目の対策実施により、最終的には全工場内をクラス10万以下達成をめざし、現在も継続中である。図3に塵埃濃度の推移、図4に12月度における平成4年度と平成5年度の比較を示す。

塵埃濃度の推移において、平成6年度4月度に平成4年12月度の平均を上回っているが、工場内をクリーンルーム化(密閉化)していないため、内部状況以外に外部状況の影響も考えられる。今後継続してデータを収集し、塵埃濃度増加原因をつかみ随時改善を図っていく予定である。

4.1 塵埃の発生源の排除

塵埃の発生源は主として、作業者の服装、段ボール等の持ち込みが挙げられる。作業現場への段ボール等の持ち込みを厳禁すると共に、以前から行われていることではあるが、作業服着用徹底及び入り口部分に粘着シートを敷くことで持ち込みの防止を行った。

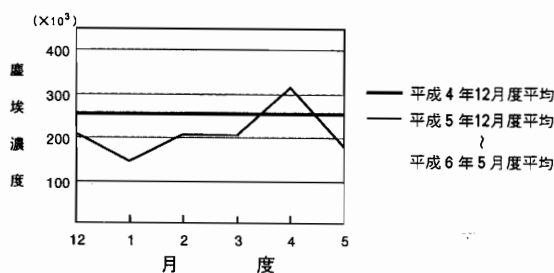


図3 塵埃濃度推移

福崎事業所本館2F工場中央部で測定
対策内容：塵埃発生源の排除
エア洗浄機の導入(接点カメラライン)

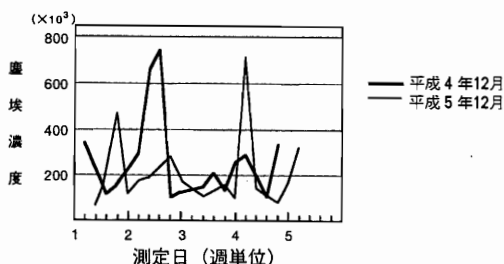


図4 塵埃濃度12月度比較

季節的な要因を排除するため同月度での比較を行う。
これからは顕著な差は見られない。

4.2 外気に影響されない内部環境の構築(クリーンルーム化)

内部に塵埃発生源がなくとも外気の影響により内部の塵埃濃度は高くなる。実際予備試験として対策前に測定を行ったところ、内部状態(作業者数など)にかかわらず外気の塵埃濃度に対応して内部の塵埃濃度が変動する傾向にあった。そのため、外気と遮断し密閉度を高め、更に可能な限り内圧をかけて、外気の内部への進入及び内部の塵埃の外部排出を図った。

4.3 内部環境の維持・管理

外部からの塵埃発生源の排除及び外部環境からの遮断を行っても、内部で作業することで塵埃の発生原因となる。そのため、クリーンルーム用掃除機を導入し清掃回数を増やすことで内部環境の維持を図った。また、特に滝野事業所の樹脂加工ラインでは隣接する金属加工ラインへの影響を低減させるためにペレット乾燥器の排気口部にフィルターをとりつけ、樹脂カスの飛散防止対策を行っている。富山事業所ではライン中に内部循環型のクリーン化ユニットを追加し、工場内の塵埃濃度低下を図っている。更に各自動組立ライン中に後に述べるエア洗浄機を導入することで組立時に発生する塵埃対策を行った。

5. プロセス管理の徹底

無洗浄化を図るには部品加工及び組立工程において、プロセス管理を徹底する必要がある。以下製造工程に導入した、プロセス管理について述べる。

5.1 金属加工工程について

金属加工工程における無洗浄化管理ポイントとして、

- 1) 最適加工油の選択
- 2) 加工装置の管理
- 3) 金型の管理

が挙げられる。

図5に加工油に対する選択肢を示す。

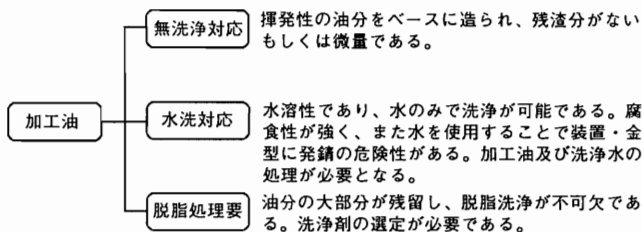


図5 加工油変更に対する選択肢

ここで最適加工油選択の具体例として、タッピング油の変更を取り上げる。対策当初、タッピング油として洗浄が不可欠なものが使用されていた。無洗浄に対応させるため、数種類の揮発性タッピング油及びタッピングに流用できる可能性のあるプレス油の調査後、物性・特性データより2種類のものについて加工性試験・後加工性評価試験を行った。この信頼性試験の結果と加工性を考慮しタッピング加工油の変更をした。試験結果及び加工性は表2の通りとなっている。

また、加工装置の管理面では、加工装置の機械油等が部品に付着する危険性のある装置について、カバーや防塵壁を設けることで防塵・防油対策を行っている。

金型については、金型保管時に使用する防錆剤が問題

となる。防錆剤がワークに付着することでワークの変色の恐れがあるが、生産前に金型より十分落とすことで対応した。

表2 タッピング加工性及び評価試験結果

加工油	プレス性	タッピング性			後加工性			接点変色	信頼性評価
		ピンゲージ	ネジゲージ	締付けトルク	スポット特性	スポット強度	スポット痕		
a	○	○	○	○	○	○	○	○	
b	△	○	○	○	○	○	○	◎	

5.2 はんだ工程について

はんだ工程における無洗浄化管理ポイントは

- 1) フラックス成分
- 2) フラックス含有の樹脂分量
- 3) フラックス残渣性状

が挙げられる。ODC対策における一般的な対応策を図6に示す。

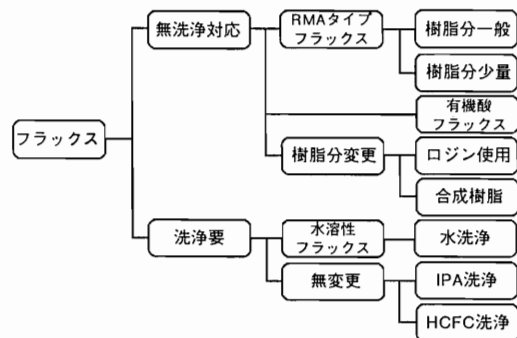


図6 はんだ工程における一般的なODC対策

一般的に、フラックスには活性化を促進させるためハロゲン（塩素やフッ素等）が添加されている。フラックス残渣中にハロゲンが多量に残留していると、

- 1) 外気との反応による腐食
- 2) エレクトロマイグレーション

の原因となる。これらを防ぐためODCによる洗浄を行ってきた。また、洗浄することにより、フラックス残渣樹脂分の剥離による機構部・接点部への障害も解決されていた。今回の導入に際し、ハロゲン添加物がないもしくは微量である無洗浄タイプのフラックスを使用することとした。

当社におけるはんだ工程において、フラックス供給形態はおおまかにフラックス単体と糸はんだ含有のもの2種類に分かれる。

5.2.1 フラックス単体

フラックス単体供給では、主に基板実装用途と部品・キット接合用途に分かれる。全廃対策実施時には基板実

装用途では無洗浄フラックス（RMAタイプ）により無洗浄化が実施されており、部品・キット接合用途についてのみ検討・導入した。部品・キット接合（主にコイル・端子接合）用途における選定条件は、以下の通りとなる。

- 1) コイルの被覆を溶かすためにはんだ付け温度が非常に高く（400℃）、高温時でもフラックスの活性力が保たれる（フラックスの耐熱性）こと
- 2) フラックス付着による外観上の問題、及びフラックス脱落による駆動部の障害の問題より、低残渣もしくは残渣がないこと

特に1)の耐熱性条件をクリアするのはかなり困難であり、実際サンプル試験において、熱によりフラックスの活性力がなくなり濡れ不足の現象（はんだのムラ）が発生した。そのため当初より使用している耐熱性のあるフラックスが無洗浄化可能なフラックスであること、またフラックスコントローラーによりフラックス濃度がコントロールされていることを確認の上

- ① はんだ付け治具（自動機）の改良，改善
 - ② フラックス塗布量の変更
- を実施した。対策後の概略図を図7に示す。

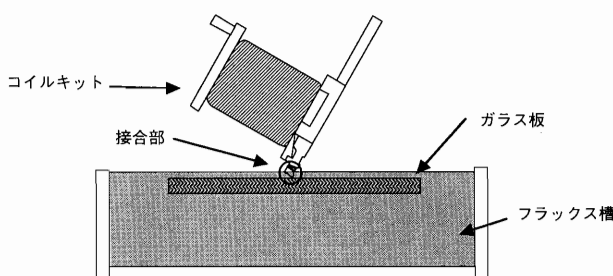


図7 コイル・端子接合用途における対策概略図
はんだ付け治具改良及びフラックス塗布領域変更
ガラス板をフラックス層内に追加し、フラックスが過剰に塗布されないよう調整している。

フラックス塗布量を変更することで、フラックスの残渣及び飛散、はんだボールの飛散の問題も解決でき、無洗浄化に対応可能となった。

また、前記用途以外に端子部のはんだ仕上げ用途もある。はんだ仕上げ部に対しては電気接点部になることから、残渣のないフラックスが必要である。そこで低残渣フラックス（フラックス中の固形成分の少ないもの）を中心に調査し、無残渣フラックス（活性剤として有機酸使用）を選定した。このフラックスは熱によりフラックス成分が揮発・分解する無残渣フラックスである。評価試験の結果、腐食性及びコイル断線の危険性がないことから、端子部のはんだ仕上げ工程に導入した。

今回フラックスを調査したなかでフラックス樹脂成分がロジンではないものがあった。樹脂の基本成分としてアクリル樹脂などを使用しており、はんだ加工後はロジンのものより強固な皮膜を形成する。防湿性・耐振性が必要な用途において有用であると思われる。

5.2.2 糸はんだ

当社では部品・キット接合用途で糸はんだも使用しており、可動部（パネーリード線間など）にはんだ付けを行っている。現在無残渣フラックスを使用した糸はんだは商品化されておらず、無洗浄化において腐食性がないことも必要であるが、可動部の接合用途においては残渣部が振動により剥離・除去されない事が必要条件である。ここではフラックス残渣成分が、粘性を持つグミ状になる特殊なロジンを使用したはんだの導入を図った。このはんだを使用した場合フラックス残渣に弾性があり、1千万回の動作試験後でも亀裂などを起こさない皮膜を形成する。

5.3 マーキング品質の安定化

樹脂成形品はODC（1,1,1-トリクロロエタン）で洗浄することにより、表面部のMD（モールドデポジット：樹脂のアニールの際発生する脱ガス成分）や離型剤（樹脂含有）を除去し、表面を改質することでマーキング品質の安定化を図ってきた。無洗浄化もしくは後に述べる純水洗浄を行った場合、MDなどの除去や表面改質は期待できない。そのため、マーキング工程の前処理を行う装置が必要となる。このような目的で使用可能な前処理工法を表3に示す。

表3 マーキング行程における代替前処理工法

表面処理工法	長所	短所	
プラズマ処理	表面改質が可能	電子部品等は金属部分がショートするため不適 処理時間が長い 装置が高価	
UV洗浄	表面改質が可能	処理に時間がかかる オゾンの処理が必要	
溶剤洗浄	ゴミ、ホコリ、油膜の除去が可能	溶剤に関する規制が多い	
火炎処理	高圧ガス使用	表面改質が可能 ゴミ、ホコリ、油膜の除去が可能 処理時間が短い 電子部品の電氣的影響がない	高圧ガス使用のため危険
	H ₂ /O ₂ ガス発生器使用	表面改質が可能 ゴミ、ホコリ、油膜の除去が可能 処理時間が短い 電子部品の電氣的影響がない ガス燃焼時に爆の発生がない	純水が必要

今回は、ランニングコスト面、作業工数面より次のH₂/O₂バーニング装置（アイデックコントロールズ社製）を導入した。またマーキング工程だけではなく、わずかな油脂分や微小な塵の除去が必要な工程の前処理としても導入している。

—装置概要—

4-nineから5-nineの高純度H₂/O₂ガスを燃やすことで、煤などが発生しないクリーンな炎が得られ、マーキング工程の前処理としては最適な方法である。

装置はH₂/O₂ガス発生装置とバーニングノズル及び駆動部からなり、既存の自動マーキング装置に取付けるタイプである。図8に自動マーキングライン全体構成、図9に装置概略図及びシステム図を示す。

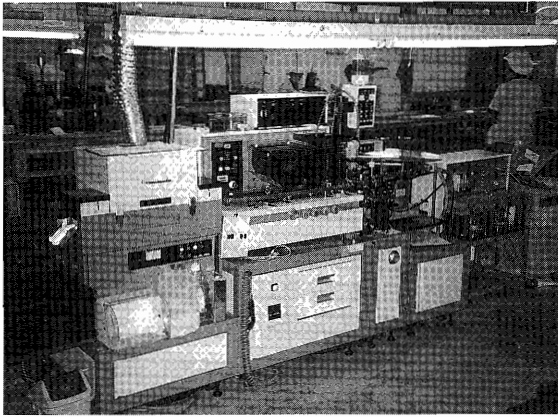


図8 自動マーキングライン全体構成
 右手より
 ・ガス発生装置
 ・配管ユニット
 ・自動マーキング装置（一面印刷）
 パーツフィーダ、印刷機構部及びバーニング
 ノズル、乾燥部

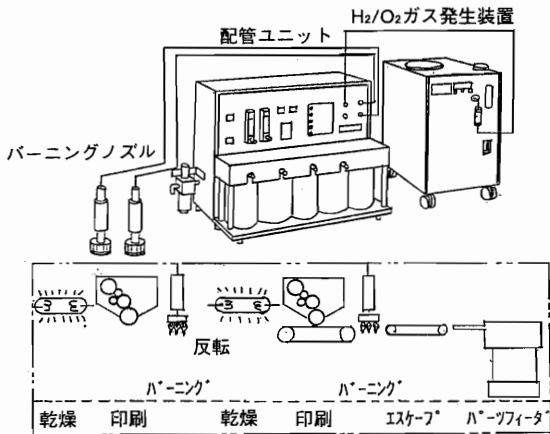


図9 H₂/O₂バーニング装置

H₂/O₂ガス発生装置は、イオン交換膜の両面に陽極・陰極を一体に接合した電気化学セルにより、純水を電気分解することで高純度なH₂/O₂ガスを供給している。H₂/O₂ガス発生システムを図10に示す。

電解液を用いていないため、不純物の混入による炎の汚れ、ノズル・バーニング機構及びワークに対しアルカリ付着等の汚染の心配は不要となる。

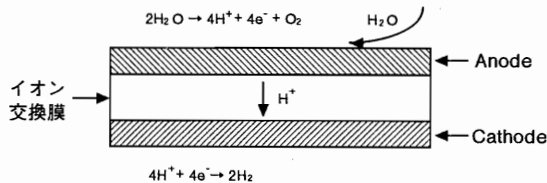


図10 イオン交換膜によるH₂/O₂ガス発生メカニズム

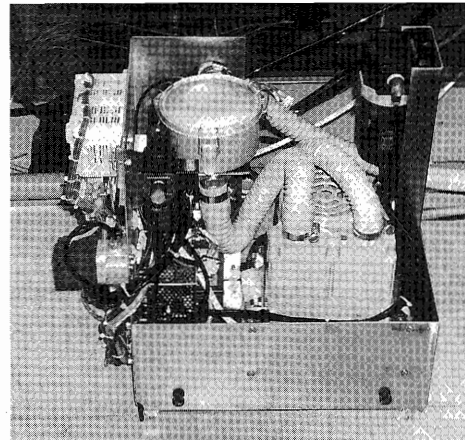
5.4 組立工程時のごみ対策

製造工程において、クリーンな環境で清浄度の高い部品・キットを組立しても組立工程段階で必ずキット・製品からダストが発生する。無洗浄化及び工場内クリーン化のためには、組立工程上で発生したダストをその場で除去し、回収する新たな装置が必要である。そこで以下の装置を開発し、自動組立工程内に導入した。

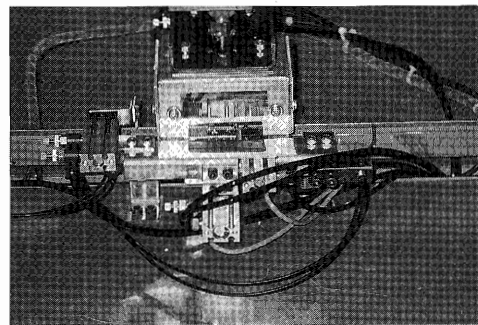
—装置概要—

ダストを回収するには、付着したダストにエアを吹き付け、脱落させてから回収する工法が必要である。

使用するエアは、フィルター（0.3μ、オイルミストトラップ付）により高浄度化され、コロナ放電でイオン化することにより、静電気で強固に付着したダスト（特に樹脂）をキット・製品表面から離脱させる。離脱したダストは、集塵ユニット（ブロアー、ファン）により、吸引、回収され、ダストのキット・製品への再付着を防止している。また集塵ユニットからの排気は、フィルターにより浄化されており、周囲環境のクリーン度を維持させている。図11に基本ユニット及びヘッドユニット、図12に装置の概略図を示す。



(a) 基本ユニット



(b) ヘッドユニット

図11 エア洗浄機

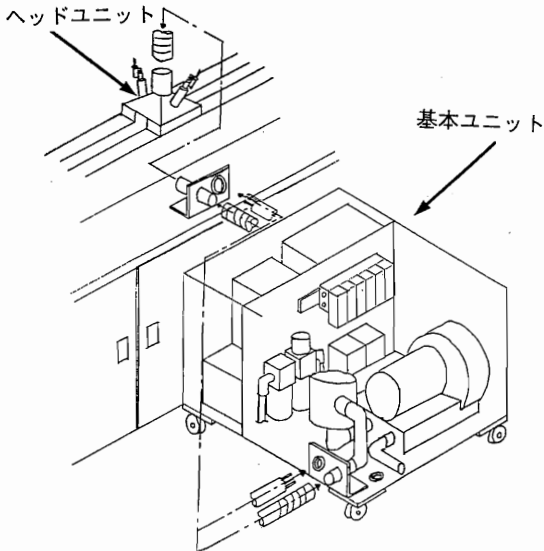


図12 エア洗浄機

ヘッドユニット：静電除去エアノズル
昇降機構部
基本ユニット：静電除去エアノズル電源
エアラインフィルター
リングフロアー
ダストフィルター
コントローラー

装置の開発に当たっては、以下の2点を重視した。

- 1) 小型であること（現行の自動組立工程に増設して取付けるため）
- 2) 低価格であること（多工程にわたって導入が必要であるため）

結果、装置基本ユニットは

外形寸法：450(L)×300(W)×500(H)

価格：250,000円/ユニット

となり、サイズ、価格とも理想になかったものが完成した。各製造工程に約80台（10月1日現在）導入済みである。

6. イレギュラーな汚染への対応

無洗浄化の取り組みにより、基本的には対応可能であるが、

- 1) 製造工程におけるイレギュラーな汚染
- 2) プロセス管理だけでは対応しきれない汚染

の対応として、以下2方式を導入した。しかし、これはあくまでイレギュラーな汚染対策であり、必要最小限の仕様とし、投資額を極力押さえた。

6.1 水系洗浄

環境問題を考慮し、もっとも安全で今後とも規制を受けないものとして、純水のみを洗浄を基本に取り組んだ。純水洗浄を行う場合以下の問題が発生する。

- 1) 金属部品の発錆
- 2) 乾燥工程の長時間化
- 3) 乾燥時のウォーターマーク付着

特に発錆とウォーターマークの問題は、信頼性にも影響する。この3点はそれぞれ関連性があり、全体での解決が不可欠である。また、基本的に純水のみを使用するが、機械油など油脂性の汚染は純水のみでは除去できないため洗浄剤の選定もあわせて行った。

6.1.1 洗浄剤の選定

表4(a)に挙げる代表的な3種の部品（部材）について洗浄試験をした。

試験は主に界面活性剤系の洗浄剤について行っているが、エマルジョン系、アルカリ系の洗浄剤についても行っている。

選定基準は、表4(a)に挙げた評価基準のクリア以外に銅合金への潜在的な影響を考慮し、中性に近いものとした。評価の結果は表4(b)の通りとなった。

6.1.2 防錆剤の選定

水洗浄による金属の錆に対しては、一般的に防錆剤が使用されている。ここでは、

- 1) 水洗浄システムに導入可能であるもの
- 2) 銀に効果のあるもの
- 3) 銅合金に影響のないもの

以上3点を基準として選定した。ただ、水溶性の防錆剤として銅用・鉄用のものはいろいろなタイプの商品化されているが、銀用のものはほとんど商品化されていない。予備試験より、銅用の防錆剤では銅と結合し腐食を防止する物質が銀部分では腐食を促進させることが判り、銀用防錆剤1種類について評価した。結果、銀・銅部分の腐食、接触信頼性いずれも問題がなく、この銀用防止剤を導入することとした。

6.1.3 洗浄方法

通常のリカバリー目的においては、汚染度が低い（樹脂カス及び金属カス）ことが予想されるため、洗浄剤を使用せず純水のみを洗浄とした。純水洗浄フローチャートは図13の通りとなる。

当初懸念されたウォーターマークは、リンス工程の純水の純度及び乾燥時間、乾燥時の雰囲気により発生することが判明し、純水純度管理及び乾燥時間の最適化により解決可能となった。図14に導入した純水洗浄システムを示す。

表4 (a)洗浄試験サンプル及び評価項目

サンプル		評価項目
金属部品	真鍮	金属変色
	リン青銅	残留物の有無
樹脂	リレー可動バネ	残留物の有無
	リレーケース	変色の有無
		印刷の可否

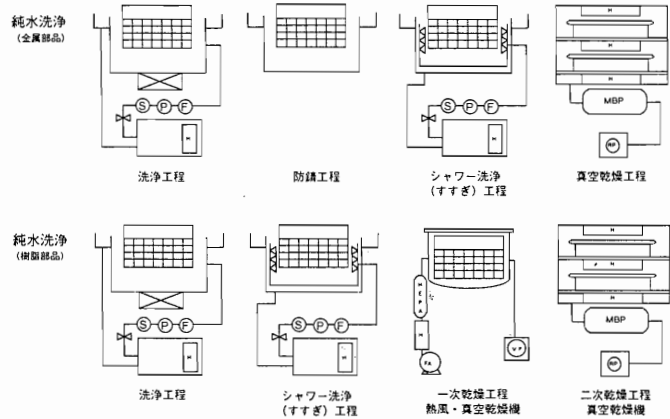


図13 水洗浄工程フロー図

表4 (b)水洗浄剤選定試験結果

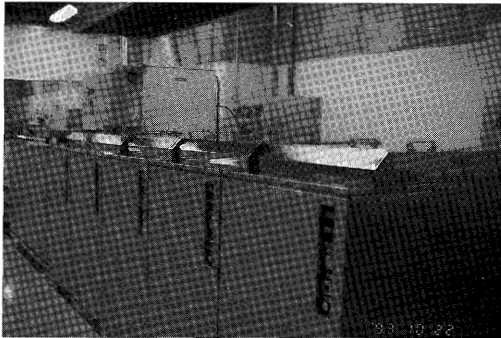
No.	メ-カ-	洗浄液	代替候補	臭気	pH	被洗浄品			洗浄可能材料	使用濃度	使用温度	テスト場所	防錆剤含有		
						1	2	3							
1	a	1	○	微臭	7	○	○	×	鉄	100%	—	立会	×		
2		2		微臭	10	○	○	×	黄銅	—	—		×		
3		3		微臭	—	○	○	×	リン青銅	—	—		×		
4	b	1		微臭	13	○	○	×	黄銅 リン青銅	5%	30~70℃	ビ-カ-	×		
5		2	○	微臭	7.7	○	○	×		3%	40~60℃		○		
6		3		微臭	7.8	○	○	×			50~66℃		○		
7		4	○	微臭	11	○	○	×		35~60℃	×				
8	c	1	◎	無臭	7.9±2%(1%)	○	—	○	リン青銅	1~5%	40~60℃	メ-カ-	○		
9	d	1		無臭	中アルカリ性	×	△	○	樹脂,鉄	2~5%	50~70℃	ビ-カ-	×		
10		2	○	無臭	中性	○	△	○	黄銅	—	30~40℃		○		
11	e	1		無臭	10(5%)	○	○	×	リン青銅	10%	—		○		
12		2	○	無臭	8.2(1%)	○	○	×					×		
13	f	1	○	有臭	—	○	○	×	鉄	3~20%	25~60℃	○			
14		2		無臭	—	○	○	×				30~40℃	○		
15	g	1	○	無臭	—	○	○	×	リン青銅	5~10%	常温	—	—		
16	h	1		無臭	13.4(1%)	×	○	—		20~50g/L	40~70℃		—		
17		2		無臭	11.7(1%)	×	○	—		1~5%	40~90℃		—		
18		3	○	微臭	9.1(1%)	○	○	—	黄銅・リン青銅	—	—	○			
19	i	1		微臭	—	△	○	△	リン青銅	100%	~90℃	立会	○		
20		2		微臭	—	△	○	△	×	2~10%	40℃	ビ-カ-	○		
21	j	1		無臭	11.6~12	×	×	×							○
22		2		無臭	中性(2%)	×	×	×							×
23	k	1		微臭	10.4	×	×	×	×	10%	40℃	—	×		
24	l	1		無臭	9	×	×	×						60℃	×
25		2		無臭	7	△	△	×							×
26	m	1		無臭	6~8(1%)	×	—	×	×	5%	40~60℃	メ-カ-	×		
27		2		無臭	10.0~12.0	—	—	×		10%	—	×			
28	n	1		無臭	13	△	△	×	リン青銅	10%	30~40℃	—	×		
29		2		無臭	10.5	×	○	×							×
30		3		無臭	8.5	△	○	×					鉄	—	×
31	o	1		無臭	6(5%)	△	△	×	リン青銅	5%	~70℃	ビ-カ-	×		
32		2		無臭	7(5%)	△	○	×						25~60℃	×
33		3		微臭	11~12(5%)	×	○	×					鉄	2~10%	25~70℃
34	p	1		有臭	—	×	—	×	鉄	100%	50℃	—	○		

★被洗浄品

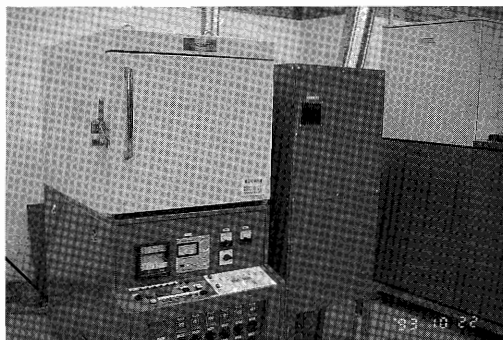
- (1) 真鍮部品
- (2) リン青銅部品
- (3) 樹脂部品

★評価

- : 現行品と差なし
- △: 若干残留物あり
- ×: 上記以外 (NG)



(a) 洗浄システム
 右手より、予備洗浄機、シャワー洗浄槽、超音波洗浄槽 1、防錆処理槽、超音波洗浄槽 2、熱風真空乾燥機



(b) 真空乾燥機

図14

6.2 炭化水素系洗浄

炭化水素系溶剤は、塩素化炭化水素以外の有機溶剤であり、代表的なものでアルコール類・テルペン・石油（脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素）などが該当する。炭化水素系溶剤の特色として

- 1) 溶解力が高い
- 2) 水を使用しないため発錆の心配がない

などがある。またアルコール類は水と相溶性であるため水洗後の置換剤（仕上げ剤）としても使用可能である。難点としては、ほとんどが非極性溶媒であるため、イオン性汚れの洗浄には適さないことが挙げられる。さらに炭化水素系溶剤の大半が引火点を持つため、消防法で規制される危険物に該当し、設備に防爆仕様が必要である。しかしながら洗浄設備としては比較的安価に導入が可能である。

このことから危険物であるという問題があるが、炭化水素系洗浄の導入を図った。

6.2.1 洗浄剤の選定

炭化水素系洗浄剤は消防法で規制される危険物に相当し、保管時・使用時における取り扱いに注意が必要であ

る。今回は乾燥性に若干難があるが、比較的安全であり保管量の制限が緩い、第4類第三石油類のものを使用することとし、ナフテンを主成分とした低芳香族炭化水素溶剤を選定した。

6.2.2 洗浄方法

洗浄自体は洗浄時間の短縮化・高洗浄度化のためUS洗浄とした。乾燥方式は表5の通りの検討を行った。これにより、導入コスト及びランニングコスト面、フープ洗浄に対応可能であることより熱風乾燥方式をとることとした。

表5 乾燥方式比較（炭化水素洗浄機）

乾燥方式	メリット	デメリット
溶剤置換	乾燥時間が短い	溶剤コストがかかる
	フープ洗浄にも対応可能	コスト低減のため再生装置が必要
	ワークの形状によらず乾燥可能	
真空	乾燥時間が比較的短い	バッチ式でないに対応できない
	ワークの形状によらず乾燥可能	ポンプ油に溶剤が混入し、分離できない
		適切な排気をしないと爆発の危険がある
		装置コストがかかる
熱風	装置が比較的安価である	乾燥時間がかかる
	フープ洗浄にも対応可能	複雑な形状に対応困難

7. 最後に

今回の全廃対策において、設備投資額は当初予定の1/2以下で完了した。その理由としては、

- 1) ほとんどの設備を自社開発した
- 2) 無洗浄化に取り組んだ
- 3) 既存設備の改造で対応した

ことであり、設備投資額としては大変安価であったと判断している。また、無洗浄化という目標を挙げたため短期間で対策導入が完了した。

最後に、サンプルを提供いただいた各メーカーの方々、また多忙の折り協力いただいた品質保証センター及び各事業所の方々にお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 社団法人 日本化学会 編集：季刊 化学総説「フロン環境化学と対策技術」,No.11,1991
- (2) 通商産業省基礎産業局オゾン保護対策室 監修：1,1,1-トリクロロエタン削減・全廃マニュアル,1993
- (3) 米国環境保護庁：成層圏オゾン層の保護、ラベリング最終規則（仮訳）,1993（Federal Register, Vol. 58, No. 27, P-8136-8169（Feb.11,1993））