

株式会社アコア

“装置内組み込み型大気圧プラズマ洗浄装置”の開発及び実用化

“装置内組み込み型大気圧プラズマ洗浄装置”“ラジカル発光モニター”の開発により、樹脂フィルム、金属部品の精密メッキ、接着加工装置等の洗浄工程スペースを大幅に短縮、生産設備コストの削減を提案します。

■代表者 代表取締役 金子 誠
 ■設立 平成13年12月10日
 ■資本金 10,000千円
 ■従業員数 10人
 ■業種 プラスチック製品製造業
 ■所在地 〒613-0036
 京都府久世郡久御山町田井塔ノ本14-2
 ■TEL・FAX 0774(41)3880・0774(41)3889

■URL <http://www.aqa-kyoto.co.jp/>
 ■E-mail info@aqa-kyoto.co.jp
 ■得意分野 半導体及び液晶等製造用洗浄装置製造、各種小型省力装置製造、各種樹脂加工、大気圧プラズマ装置製造、真空装置等技術コンサルタント、真空装置部品のプラスト及びアルミ溶射加工

事業の概要

■開発までの経緯

当社は、半導体や液晶画面などで使用されるガラス基板の洗浄装置や関連する樹脂部品の設計・製造・加工を手がける会社として設立され、当初は、純水や有機溶剤などの液体を使用するウェット洗浄装置の設計・製作を主体としていましたが、平成24年頃から主要顧客であった大手電メーカの業績低迷により設備投資環境が厳しくなったことから、製造工場を閉鎖して現地向に移転しました。

その際、新たな経済環境に適応した事業展開を模索していたところ、知己の大学教授からのアドバイスにより、これまでのウェット洗浄に加えて、薬液などを使用しないドライ洗浄、それも一般的なUV（紫外線）や真空プラズマによるものではなく、大気圧プラズマ洗浄の可能性を見いだしたことが、今回の事業化取組みへのきっかけとなりました。

■大気圧プラズマの原理

プラズマは固体・液体・気体に続く第4の形態といわれていますが、その発生形態は次のようなものです。

物質にエネルギーを与えると、固体から液体、気体へと変化していきますが、気体原子にさらに大きなエネルギーが加わると、原子の回りを回っている電子が活性化し、激しい動きに耐えられなくなり、外周部の電子が飛び出してしまう現象が起こり、電子が少なくなった原子は、不安定で非常に活発な状態となります。

このような原子の状態をプラズマと呼びますが、プラズマ状態となった原子は安定した状態に戻ろうとして、周囲の物質と様々な化学反応を起こします。

これを利用し、微細な有機物等を分解、気化させたり、分子結合の弱い素材の表面を改質させるのが大気圧プラズマの主な効果です。

■真空プラズマ洗浄と大気圧プラズマ洗浄

プラズマ洗浄は液体を使用しない、いわゆるドライ洗浄の一種ですが、真空プラズマ洗浄の場合は、容器内を真空（減圧）状態にして電圧をかける方式で、大きなエネルギーを印加でき、電極間距離も長くとれるため、洗浄効果は高いものの、真空チャンパーなどの大規模な設備投資が必要で、真空状態にするまでの時間を要するため、生産効率などの制約があります。

一方、大気圧プラズマ洗浄は、常圧大気中でも安定してプラズマを発生させる技術によるもので、真空設備が必要ないことから、設置スペースが小さく、設備コストは大幅に低いものの、プラズマ生成が難しい気体密度が高い状態で微妙な制御のもとで生成してお

り、プラズマエネルギーの高出力化が難しく、照射距離も短い（最大2mm程度）、立体的な被洗浄物全体に均一照射することが難しいという課題がありましたが、現在では照射距離が長いジェット方式（後述）の開発により、用途は大きく広がりました。

当社では、他社との差別化を図るため、設備予算の少ない中小企業や大学、研究機関などでも利用可能な低価格で、かつ、製造装置自体にも容易に内蔵できる小型化した大気圧プラズマ発生システムを完成させました。

事業の内容

■小型大気圧プラズマ洗浄装置の開発

大気圧プラズマは、近年発達してきた技術でもあり、研究事例も少なく、実用化に向けて、照射距離が短いという難点の克服、装置内に組み込み可能な小型サイズの実現、感電や有害ガス漏洩を防ぐための安全性の確保など、課題が山積していました。

①安定したプラズマ生成技術の確立

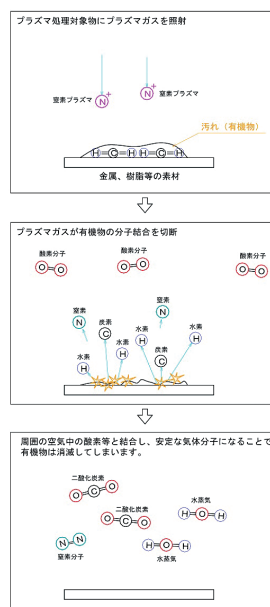
大気圧プラズマの原理から見直し、できるだけ一般的な素材や部品を使用することで、効率が高く、安価な大気圧プラズマ装置を目指して開発に着手し、検討、実験を繰り返してきました。

②安全性の検討

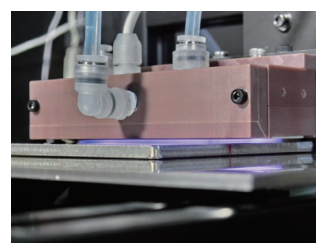
プラズマ電極は約1万ボルトの高電圧を使用し、運用時には電極部周辺が約150℃程度まで温度上昇が予想されるため、電極の耐久性に加え、絶縁性、耐熱性を考慮した材質の選定や、感電・漏電に対する安全設計など、全てがーからの検討でした。

③放熱方法の検討

プラズマ放電を長時間続けると、プラズマ照射面が徐々に発熱するため、空冷等による冷却が必要になりますが、装置小型化による容積縮小や外



大気圧プラズマ処理のしくみ



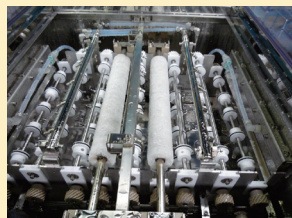
プラズマ放電状態（紫色の部分）

企業概要

平成12年に個人創業して以来、洗浄装置を始め、数多くの装置製作を手掛けてきました。この洗浄技術をベースに、半導体及び液晶テレビ等の画面に使用されるガラス基板の洗浄に携わり、最近では太陽光発電用基板の洗浄装置や大気圧プラズマ装置を開発し、品質、歩留まりの向上や新技術への応用等を提案、販売しています。

主要製品

液晶製造用洗浄装置
半導体製造用洗浄装置
各種小型省力装置
樹脂加工



ステンレス製枚葉洗浄装置



各種装置 配管施工



樹脂加工

主要取引先

半導体・液晶関連の洗浄装置メーカー
各種機械装置メーカー
フィルムメーカー
研究機関・大学及び大手企業開発部門など

主な保有設備

パネルソー	1台、	ルーター	1台、	昇降盤	2台
ボール盤	3台、	溶接機	8台、	接触角計	1台
分光器	1台、	窒素発生器	1台		

周部品の接近という制約条件を克服しつつ、効果的に冷却できるユニット形状の開発を行いました。

その他にも構成部材の耐久性確認やフィルム送り装置の開発などさまざまな課題を克服し、所期の目標に到達することができました。

■ラジカル発光モニターの開発

一方、プラズマ装置の作動確認やプラズマ処理による効果は、目視や一般的な測定器等でリアルタイムに確認することが非常に困難で、処理後に抜き取り検査するしか方法がありませんでした。

そこで、プラズマ発生時に窒素、酸素など周囲に存在する気体が固有の波長の光を発することを利用して、その発光現象(ラジカル発光)から推測することで、効果測定と確認が行えるセンサーユニットを併せて開発しました。

事業の成果

■大気圧プラズマ洗浄装置のメリット

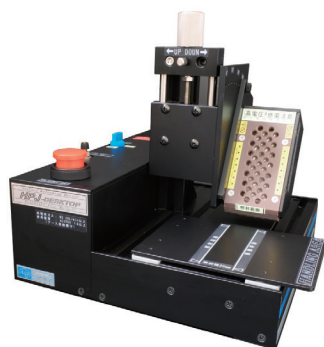
大気圧中でプラズマを利用できることにより、減圧が不要となり、真空チャンバー等の大掛かりな設備が不要となることで設備コストが大幅に下がります。

本格的な真空式装置では、テスト用小型機でも数百万円以上の価格帯が一般的ですが、当社製品の卓上テスト機の販売価格は500千円です(HPJ-desktop型)。

さらには、ジェット方式(後述)ではN₂(窒素)ガスを使用しているため、アルゴンガス等を使用する機種に比べて、運用コストも下がります。

また、卓上で扱えるような小型装置は通常のAC100V電源を使用できるため、簡易な実験室や現場に持ち運んでの研究・実験などが可能となり、これまで難しかった手加工での使用や生産ライン自体への組み込みも行えるなど、応用範囲が大きく広がりました。

設計、製作は社内で行っていますので、お客様の使用状況等に合わせたカスタマイズ設計も可能です。



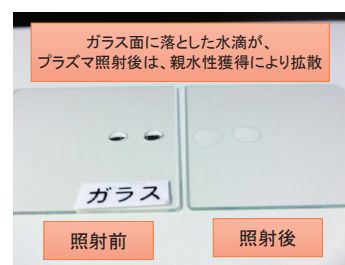
プラズマジェット小型卓上機

■広がる用途

真空式装置では、設備投資コストに見合う半導体製造や蒸着、ドライエッチング加工等特殊な用途に限定されていましたが、大気圧プラズマ装置では、プラズマ特有の様々な現象を活用できます。

例えば、素材表面に付着してしまう微細な有機物等を分解、気化することによる洗浄効果のほかにも、素材表面の分子結合を切断し表面の組成を変化させる表面改質、素材の表面に水酸基を加飾するなどの作用で液体等が弾きにくくなる親水性の向上などですが、ほかにも機能膜生成、脱水、殺菌などへの応用も研究されています。

素材としての撥水性が高く、水や洗剤、アルコール等で洗浄しても変化の少ない素材、洗浄の困難な素材に対して、プラズマを照射することで、親水性を持たせることができるため、洗浄目的以外にも、高品質メッキや塗装、樹脂フィルムや金属の貼り合わせ、吸水性素材の品質向上など、さまざまな用途が広がっています。



照射テスト結果

今後の事業展開

現在は、当初取り組んだ「ダイレクト方式」(2枚の電極間に高電圧をかけ、処理用ガスを送り込むことで発生したプラズマガス中に処理対象素材を通過させる方式)のほか、照射距離が長く、段差・曲面・凹みのある素材にも対応可能な「ジェット方式」(プラズマ発生用電極ユニットをガス通路内に設け、窒素ガスを高速で通過させることで、プラズマにより活性化したガスを放出する方式)も実用化しており、生産装置対応型、卓上型、ハンディー型、スポットジェット型など多彩なテスト・量産用装置を取り揃えています。今後も、現在最大100mmの照射対象幅のさらなる拡大など、お客様ニーズに合わせた商品開発を行っていく所存です。

大学や大手企業研究室への納入も増えてきましたが、まだまだ当社製品をご存知ないお客様も多く、認知度を向上することも大きな課題です。

微細粉末の水溶化、有害ガスの分解、水質浄化等への利用も研究中ですが、販売の裾野が広がるにつれ、今後、当社も想像しなかった用途が発見される可能性も高いと考えています。