

Aqua Plasma™によるLEDパッケージの洗浄技術

[サムコ(株) 製品技術部]

■プラズマ洗浄の必要性

LEDは近年、照明や液晶画面のバックライトとして数多く用いられており、LEDパッケージは小型化や高性能化が進んでいる。他の半導体パッケージと同様に、ワイヤやバンプボンディング、樹脂封止やアンダーフィルといった工程はLEDパッケージにもある。プラズマ洗浄はこれらの接合強度や濡れ性を確保するために有効であり、パッケージの信頼性を得るために必要不可欠となっている。しかしながら、LEDパッケージでは電気的そして光学的に優れた銀が電極や反射材として用いられており、半導体パッケージで通常用いられる酸素プラズマは銀電極が黒く酸化変色してしまうので利用できない。従って、酸化作用のないArプラズマがLEDパッケージでは用いられてきたが、物理的な洗浄方法であるために有機汚れだけでなく銀もスパッタリングし、この銀スパッタ物が、周辺のSiO₂膜などの絶縁体表面に付着して(図1)、輝度などの特性低下を招くことが問題であった[1]。このようにArプラズマはLEDの性能低下に繋がる銀の再付着が生じ、再付着量はRF出力、処理時間、そして照射回数により増えるので、低出力での短時間処理に制限され、照射回数も限定することが必要であった。

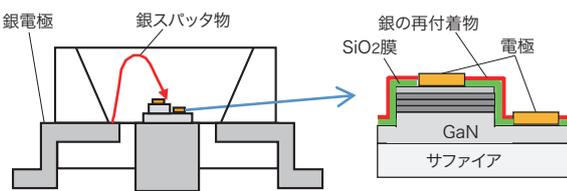


図1 Arプラズマでの銀の再付着の原理

■Aqua Plasmaと効果

上述の問題を解決するため、我々は安全な液体原料の水から取り出した水蒸気を用いてLEDパッケージを洗浄するプラズマプロセスを開発し[2]、Aqua Plasma™とネーミングした。

Aqua Plasmaでの評価結果を次に示す。まず、銀電極付きのLEDパッケージをプラズマ洗浄したが、酸素プラズマは銀が黒く変色したのに対し、Aqua Plasmaでは銀色のままで変化しなかった(図2)。

次に銀の再付着量を銀電極付近のSiO₂膜の表面でXPSにて分析した。元々検出されなかった銀がArプラズマ後は2.2%検出されたのに対し、Aqua Plasma後は検出限界未満であった。

さらに、有機汚れの洗浄速度の指標としてフォトレジストのアッシングプレートに、水蒸気と酸素、更に混合した場合とで評価した。水蒸気だけでも酸素プラズマに近い速度であったが、混合すると酸素プラズマの速度を上回るようになった(図3)。なお、同時に設置したLEDパッケージは酸素濃度80%までは銀の変色がなかったので、混合は洗浄速度を高める手段として期待できる。

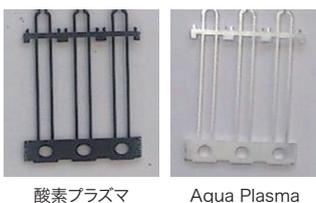


図2 銀の色変化

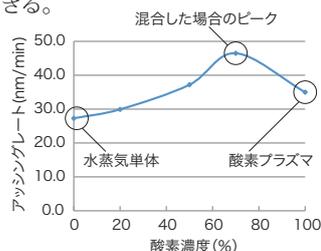


図3 アッシング速度

■Aqua Plasmaの分析

Aqua Plasmaの原理を知るために発光分光分析法で分析した結果を図4に示す。酸素プラズマで通常みられる原子状酸素(O)の他に、ヒドロキシルラジカル(OH)、そして486nmと656nmに原子状水素(H)と思われる発光が検出された。更に質量分析法でもO,OH,Hの3種類のラジカルが生成されることが示唆されるデータが観測されており、これらの結果からAqua Plasmaで銀の色が変化しない理由を次のように考えている。

強力な酸化作用を持つOとOHは有機物を分解すると共に銀を酸化する(式1-2)。しかしながら、Hにより銀は還元される(式3)。この酸化還元反応により銀は内部まで酸化されずに銀色の光沢が保たれる。

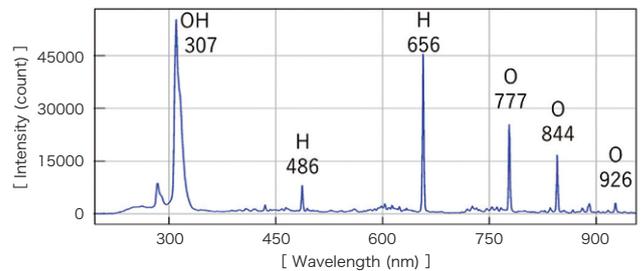


図4 Aqua Plasmaの発光スペクトル

■今後

Aqua Plasmaを平行平板型プラズマクリーナー「PC-1100」に搭載して販売する。PC-1100本体から液体原料の自動制御を行うなど、生産現場に対応した仕様での設計を行っているので興味をお持ちの場合は是非お問合せいただきたい。また、銀以外にも銅などの金属でも還元効果が期待できるので、良好な結果がまとまれば近い将来に紹介したい。

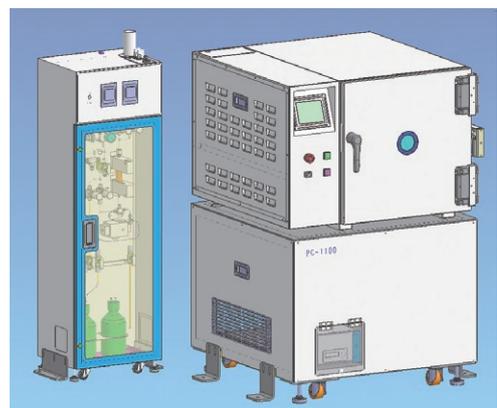


図5 Aqua Plasmaを搭載したPC-1100

■参考文献

- [1] Plasma Cleaning of LED Lighting Package, (2011). <http://www.samco.co.jp/samconow/pdf/vol72.pdf>.
- [2] H. Terai, H. Nakano, Patent Pending, JP2015-160192A, 2014.