

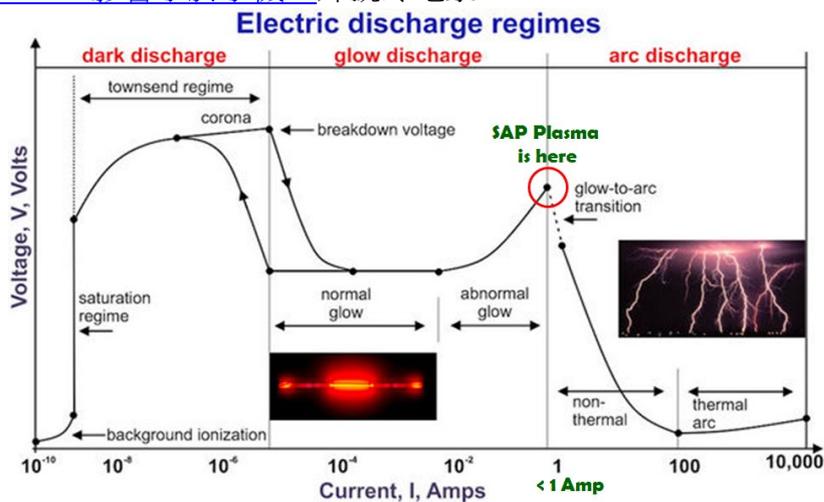
大氣電漿 Q/A

1. 大氣下如何產生電漿？

Q: 電漿乃物質的第四態，宇宙萬物中有 99% 乃電漿態。電漿的形成，乃藉由電子的撞擊將分子斷鍵，形成離子團。然而受限於電子撞擊的平均自由路徑(MFP)太短所影響，一般在真空環境下始能產生穩定的電漿。在大氣環境下，分子密度過高，要能持續加速電子維持解離分子的狀態不容易。最簡單的方式就是縮短電極距離(電暈/電焊之陰陽極距離 < 5mm)，或者加大功率，用蠻力來斷鍵。因此，操作電流 > 4~5 Amp，電漿溫度高，電極損耗快，電磁波干擾範圍大，臭氧濃度高。

雪曼電漿藉由高電壓加速電子與改變頻率的激發機制，解離空氣中不同比例的 N₂/O₂，佈植指定的極性官能基團(polar-functional group，例如: -OH, -CH, -NH, -COOH ...)。不用蠻力斷鍵，而是找到分子間的震動頻率，藉由共振效應來斷鍵，選擇性地製造各種化學自由基(radical)。太極拳不就是借力使力的智取嗎？ (>>Ref.)

雪曼電漿操作電流不超過 1 Amp，電壓不低於 6k Volt；[不是火花放電，沒有公安疑慮；溫度低於 80C，EMI 影響小於手機](#)，外號冷電漿。



2. 大氣電漿處理會改變材料品質特性嗎？

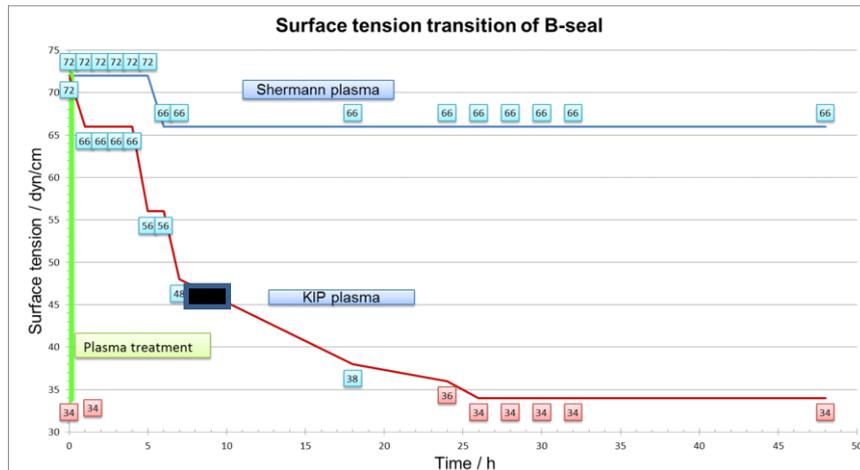
Q: 大氣電漿技術乃一種表面改質活化的處理製程，電漿與材料表面 1~2 個原子層厚度產生化學反應，並不會改變材料本身所具有之化性與物性等。[雪曼電漿所研發之零電位差之大氣電漿，更不會造成電子或離子轟擊，擊穿金屬線路，造成表面的物理變化。](#)該技術已應用於日韓廠之大尺寸面板之 PR Stripping 以及 PCB 量產設備。



3. 大氣電漿在表面上的活化作用能持續多長時間？

Q: 大氣電漿團的成分與濃度對各種材料所產生的效果差異很大。一般而言，剛完成大氣電漿處理的工件表面具有最大表面極性官能基群，隨後表面能會逐漸衰減。在潔淨的儲存環境下，表面能可維持在穩定的水準一段時間，進而隨著時間而弱化。因此，建議在處理後儘快執行後續工藝，如噴塗、上膠或上色等生產步驟。雪曼電漿的變頻技術，佈植豐富的指定官能基團，至少可維持 3 小時(橡膠、活潑金屬類)，甚至一周(非金屬材質)以上。

Validity period of plasma treatment



4. 大氣電漿操作需要特殊氣體嗎？

Q: 本公司之大氣電漿技術，僅需要壓縮空氣(5kg/cm²)/220V 電力，即可穩定維持電漿激發，處理絕大部分的金屬與非金屬材質。如有特殊需求的材質表面處理，也可引用 N₂、O₂、-F 或 Ar 等氣體。

5. 大氣電漿過程是否會散發毒性物質？

Q: 大氣電漿對一些材料進行前處理，可能會產生氮氧化物和臭氧，但濃度也僅止於數個 ppb。請參考以下 UCLA 教授文獻：依據文獻指出，雪曼大氣電漿產生之氧離子濃度 10¹²/cm³，大於一般的電暈與線型 DBD 電漿 10¹⁰/cm³；產生臭氧之濃度 <10¹⁶/cm³，也遠低於其他的電漿 100 倍。

| Source | Density (cm ⁻³) | | |
|------------------------|---|------------------|-------------------|
| | O ⁺ , O ₂ ⁺ , O ⁻ | O | O ₃ |
| Low-pressure discharge | 10 ¹⁰ | 10 ¹⁴ | <10 ¹⁰ |
| Arc and plasma torch | 10 ¹⁵ | 10 ¹⁸ | <10 ¹⁰ |
| Corona | 10 ¹⁰ | 10 ¹² | 10 ¹⁸ |
| Dielectric barrier | 10 ¹⁰ | 10 ¹² | 10 ¹⁸ |
| Plasma jet | 10 ¹² | 10 ¹⁶ | 10 ¹⁶ |

6. 大氣電漿火焰熱不熱？

Q: 大氣電漿所產生之黃色光炫乃電子能階跳躍所散發之可見光，[並不是火焰\(請參考影片\)](#)，改變電漿槍頭之間距與移動速度，即可降低熱量累積。在大多數應用場合，10cm 間距的溫度 <60C，堪稱冷電漿技術，已應用於 PET 薄膜、人體的牙齒美白，以及美容美甲產業，甚至玻纖碳纖等會翹纖材料應用。

7. 大氣電漿運行成本和消耗有哪些？

Q: 大氣電漿運行成本只有電能和壓縮空氣，合計成本 $<1\text{kW/hr}$ 。雪曼大氣電漿耗品零件包括：電極、噴嘴、時規皮帶，使用壽命 $>6\text{k}$ 小時，遠比一般號稱大氣電漿之耗材使用壽命只有500小時優越，更比傳統之酸鹼洗滌式工藝與真空電漿設備之運轉與維護成本低。可見大氣電漿工藝在在顯現出其先進智造之優勢，更遑論環保綠色製程所帶來的公司形象與周邊效益。(>>Ref. BenchMark)

8. 大氣電漿是否能夠通過取代原來的溶劑或底塗(primer)的清洗方法？

Q: 無數產業用戶，尤其是鞋廠的實績已經證明，採用大氣電漿技術就能輕易取代傳統的溶劑清洗工藝；甚至減少對有機溶劑與添加劑的依賴，避免採用對環境有害的諸如苯或丙酮溶劑等。更何況雪曼電漿不只是清潔功效，同時具備化學改質之能力，產生化學鍵結，取代溶劑底塗，而非凡德瓦力吸附。(>>Ref.)

9. 大氣電漿導入量產速度可能達到多少？

Q: 大氣電漿處理速率取決於材料的種類、工件表面潔淨度，以及處理區域的面積大小。依據實績證明，處理PET材質可達到90米/min@寬度5cm；處理EPDM/TPE，其線速度大約是25米/min@寬度2cm。至於大寬幅材料如R2R等，建議搜尋線型電漿設備，如線型電暈、DBD等。

10. 大氣電漿工藝如何提升製程良率與符合環保指標？

Q. 傳統印刷、上漆或黏著製程，為了提升良率，僅只於框框內思考，不外乎添加固化劑、添加劑、溶劑、silane等比重，從未思考GAME CHANGE工藝。

雪曼大氣電漿技術，乃藉由表面改質與活化，建立化學鍵結，取代傳統底漆(primer)的使用；大幅降低對環境的污染，並提升品質直通率，符合碳足跡工藝趨勢，更為企業增添綠色環保形象。

11. 大氣電漿能否併入自動化產線，甚至處理複雜或三維立體幾何外形？(>>Ref.)

Q: 電漿團比氣體/液體分子更小更具穿透力與活性，能夠快速深入凹槽、角落和狹小區域。大氣電漿槍頭好比噴漆槍頭，除了可運用XY table處理平面工件，更可透過習知的噴塗自動化與機械手臂工藝，處理各種3D工件。

12. 大氣電漿可應用於鍍膜？

Q: 大氣電漿並不是熱平衡電漿(non-thermal plasma)，要直接藉由大氣電漿鍍膜成核，恐怕速度太慢沒有經濟效益。雪曼電漿建議兩種大氣電漿鍍膜工藝，1. 大氣電漿表面改質建立化學鍵結後，以噴塗方式鍍膜(>>影片)；2. 大氣電漿表面改質+鍍膜，輔以雷射成核(>>Ref.)。

