

塗料剥離またはモールド・クリーニングにおける TEA CO₂ と NdYAG の比較

1 概要

塗料や金型の残滓を基板から除去しなければならない場合、機械的研磨材、化学処理、ドライアイス洗浄、レーザーなど、様々な基板クリーニング法から選択することができます。レーザーによる方法はその効率性と環境親和性から特に好適です。このような用途には、主に Qスイッチ NdYAG またはパルス TE CO₂ レーザーが使用されます。

本レポートでは、基板表面から高分子媒質を除去する際の、TEA CO₂ レーザーと NdYAG レーザーの選択に関して、幾分詳細に述べていきます。

2 考察

2.1 波長

アブレーションという処理方法で、塗料を基板から除去することができます。このプロセスでは、レーザービームのエネルギーが基板上の固体媒質 (高分子) に吸収されます。この吸収されたエネルギーは、高速かつ強い局所的な加熱を起こし、固体媒質の熱膨張を誘導します。その結果大きな温度勾配が生じ、媒質の一部は基板から削り取られて非常に小さな粒子になり、残りはプラズマブルーム中でただちに気化します。媒質に吸収されるエネルギー量は、媒質ごとの特性と光源の波長に依存します。NdYAG 及び TEA CO₂ レーザーの発振波長はそれぞれ 1.064 μm、10.6 μm で異なります。いずれの波長も高分子媒質に吸収されます。しかしながら、より長波長の TEA CO₂ レーザーの方が、高分子の振動モードとより簡単に結合して、短波長の NdYAG レーザーよりも素早く媒質に吸収されます。これは TEA CO₂ レーザーのエネルギーの方が NdYAG レーザーよりも効率的に媒質に遷移することを意味します。

NdYAG レーザーの波長 1.064 μm は、高分子媒質だけでなく、アルミニウムのような金属にも吸収されます。従って金属基板の場合、1.064 μm のエネルギーはその金属にも遷移し、基板に過熱が生じかねません。一方 TEA CO₂ レーザーの波長である 10.6 μm の場合には、金属によって 95% 以上が反射されるため、基板へのエネルギー遷移はほとんどありません。つまり下部構造が金属製である場合、TEA CO₂ レーザーであればその損傷のリスクを抑えられます。

また NdYAG と TEA CO₂ レーザーの両波長とも合成物にはすぐに吸収されますが、CO₂ レーザーは 9 - 11 μm 範囲の多くの波長を発振でき、除去したい物質によって最適な波長を用いることができます。

Creating Solutions that Dramatically Enhance Real Value for your Customers.

2.2 光伝送システム

いずれのレーザーを用いる場合にも克服しなければならないのは、ビームをいかに制御してターゲットに伝送するかという点です。NdYAG レーザーの場合、ファイバを用いて非常に長い距離をビーム伝送することができます。一方 TEA CO₂ レーザービームの場合には、光ファイバによる伝送ができないため、ミラーを用いた光伝送システムが必要です。この光伝送システムは光ファイバを用いたものよりも大型になります。一般的に表面洗浄の用途で NdYAG レーザーが用いられるのは、こうした理由によります。大規模な産業アプリケーションや据え付けのセットアップでは、光学伝送システムのサイズはあまり重要視されません。

2.3 ビームサイズ

2つのレーザーの他の重要な差異は、パルスエネルギーと繰返し周波数です。NdYAG レーザーは一般に数千ヘルツの繰返し周波数で最大エネルギー 100mJ で、一方パルス TEA CO₂ レーザーは 300~500 Hz の繰返しで 2~5 J を出力できます。高分子材料の切除にはある一定のエネルギー密度が必要であり、従って NdYAG レーザーでは 0.5 mm 未満まで強く集光しなければなりません。それに対して TEA CO₂ レーザーは数ミリメートルまで集光すればよく、潜在的にスキャンプロセスが容易です。

2.4 NdYAG レーザーを用いる歴史的理由

YAGベースのレーザーは、ビーム伝送が簡単で、また固体レーザー技術の簡易性と信頼性のため、これまでクリーニング・アプリケーションに好んで使用されてきました。しかしながら近年、パルス TEA CO₂ レーザーのビーム伝送システムが大きく進歩し、この分野にパルス TEA CO₂ レーザーを導入すべき利点となっています。さらにパルス TEA CO₂ レーザーの高度な技術開発により、その信頼性は劇的に改善されています。PaR Systems 社の TEA CO₂ レーザーは、故障なしで 10¹⁰ ものパルス発振を達成しており、これは現在の固体レーザー技術に匹敵するものです。

3 総括

本レポートで示された情報から、いずれのレーザー技術にも利点と欠点があることがわかります。過去数十年間の技術進歩により、パルス TEA CO₂ レーザーは NdYAG レーザーに遜色ないものになっています。それぞれの技術の長所は、タスクの完遂が可能であるかアプリケーションごとに評価しなければなりません。小型のハンドヘルド型クリーニングシステムの製造には NdYAG レーザーが有用ですが、より大型の産業システムで、より高い除去率を求めたり金属基板のクリーニングを行ったりする場合には、TEA CO₂ レーザーを検討すべきです。

Creating Solutions that Dramatically Enhance Real Value for your Customers.



株式会社日本レーザー

<http://www.japanlaser.co.jp> mail to: lase@japanlaser.jp

東京本社 〒169-0051
大阪支店 〒533-0033
名古屋支店 〒460-0003

東京都新宿区西早稲田 2-14-1
大阪市東淀川区東中島1-20-12ユニゾーン新大阪2階
名古屋市中区錦3-1-30錦マルエムビル

TEL 03-5285-0861 FAX 03-5285-0860
TEL 06-6323-7286 FAX 06-6323-7283
TEL 052-205-9711 FAX 052-205-9713