

基材の温度ガイド

低温で、安全に

テクニカルノート

要約

- UV LEDは冷熱源で、それ自身が熱を生み出すことはない
- 基材の温度上昇はLEDが原因ではなく、紫外線に対する基材の反応
- 基材自体の光学特性が基材の温度に大きな影響を与える
- 硬化システムの出力/照度、照射距離および走査速度のような外部要素も基材の温度上昇の一因となる

はじめに

UV LED 硬化の人気は高まり、印刷、コーティング、接着、エレクトロニクスなどの応用分野における新たな標準となっています。実際、熱を発生する赤外光を含まない UV LED は冷熱源と考えられています。加えて、光源の冷却システムの優れた設計により、光源から発生する熱は制御され除去されます。ところが、LED 光源の照射強度の増加でメリットを享受されているお客様が増えているにもかかわらず、硬化中の基材温度の上昇が今なお多くの関心を集めています。この基材温度ガイドは、適切な設定で UV LED システムの操作するための技術的ガイドラインです。

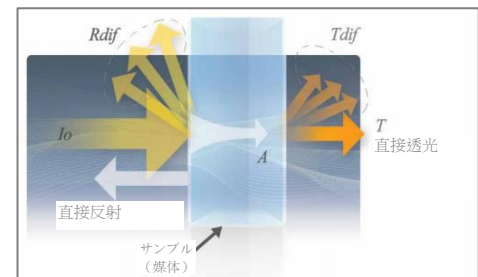


図 1: 材料の光学特性

仮説/テスト

すべての基材は反射 (R)、吸収 (A) または透過 (T) について、何らかの光学特性を持っています。例えばガラスは光を 90%以上透過する数少ない固体の 1つです。またアルミニウムは UVA/可視スペクトルの反射率が約 90%です。

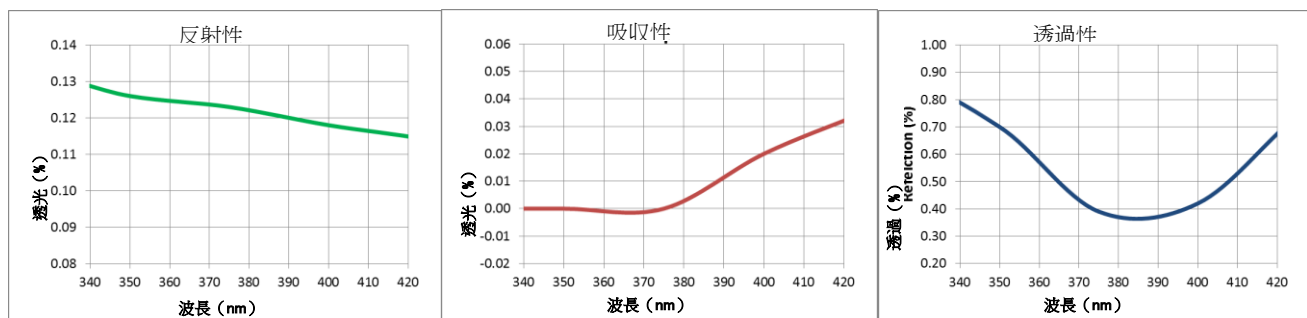


図 2: 基材コーティング光学曲線

Phoseon は、理想的なコーティング（吸収性、反射性および透光性）を備えた 3 種類の基材で、UV LED 硬化時の温度をテストしました。図 2 は、その光学特性を示しています。2つの UV LED 光源、 FireJet™ FJ200-150x20AC-14W-395nm と FireEdge™ FE300-110x10AC-5W-395nm を硬化用光源として使用しました。光源は室温で最大照度で起動し、異なる走査速度で移動しました。基材はさまざまな照射距離 (WD) に配置されました。温度センサーが各基材に取り付けられ、リアルタイムで温度を記録しました。

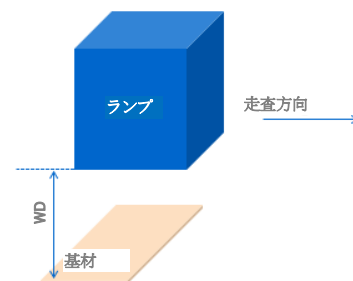


図 3: テスト設定

結果

テスト結果では、基材温度が基材自体の光学特性だけでなく外部の要素に依存することが証明されました。

外部要素は、基材自体以外で考えられるすべての原因と定義されました。一般に、基材の温度は硬化システムの入力/照度、照射距離、走査速度および周囲温度によって決まります。基材の種類にかかわらず、入力/照度が大きく、照射距離が短く、走査速度が遅く、周囲温度が高いと、基材の温度が高くなります。一方、基材温度は基材自体によっても決まります。透過性基材はそれ自体が熱エネルギーを吸収しないため、その温度は常に最も低くなります。しかし、吸収性基材と反射性基材の温度曲線はもっと複雑です。

最初のテストでは、走査速度は一定で、照射距離を変えて基材を走査しました。図4で示すように、特定の近似値を超えると（UV出力/照度に応じて）吸収性基材が最も高い温度を示し、その次に反射性基材が、そのあとに透過性基材が来る傾向があります（ $A > R > T$ ）。吸収性基材

が他の2つの基材に比べて熱エネルギーを多く吸収することは明らかです。しかし、照射距離が短くなればなるほど、反射性基材が3種類の基材の中で最高の温度になる傾向があることが目を引きます（ $R > A > T$ ）。これは、反射して光源の照射ガラスに戻った光が熱エネルギーに変換され、基材の温度を上昇させたことが原因です。

別のテストでは、照射距離は一定で、走査速度を変えて基材を走査しました。図5で示すように、走査速度が非常に遅いと（このテストでは10mm/s未満）、その速度が基材温度に著しく影響します。実際、基材温度は走査速度が低下するにつれて急速に上昇します。吸収性基材が最も高い温度になり、その次に反射性基材が、その後透過性基材が来ます（ $A < R < T$ ）。走査速度が十分速いと（このテストでは20mm/s超）、温度差はほとんど観察されません。このことは、走査速度が速いと基材温度が光源の出力や周囲温度のような外部要素に影響を受けることを実証しています。

結論

どのようにしたら硬化プロセスをうまく行うことができるでしょうか？信頼性の高い優れた硬化システムを使用すること以外では、Phoseonのこの技術資料でユーザーが基材の光学特性とそれがもたらす影響を積極的に理解し、硬化プロセスを最適化できるようになることを期待します。

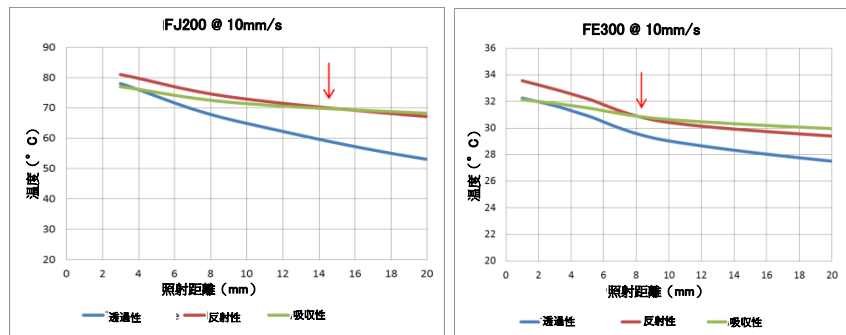


図 4: 基材温度への走査速度の影響

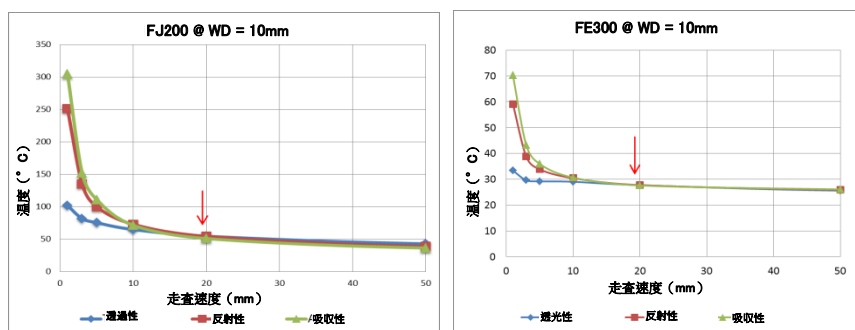


図 5: 基材温度への照射距離の影響