



図1 UV硬化センサー (OL201) の装置構成

液粘度が少し変わる（上昇する）だけでも、スタックされてホールドされる時間が長くなるので、蛍光は強くなる。

蛍光が増加する過程を経過で記すと下記ようになる。

- ①硬化前：光重合開始剤が紫外線を吸収しやすい状態
- ②硬化のための紫外線照射開始：光重合開始剤が紫外線を吸収し、ラジカルやカチオンを生ずる
- ③硬化：ラジカルやカチオンが紫外線硬化の主成分であるモノマーやオリゴマーに結合し重合反応が進む
- ④さらに紫外線を照射し続ける：ポリマーの末端に結合した分裂後開始剤同士がスタックすること（ π - π 相互作用）により紫外線を照射すると、その部分から蛍光を放射する

この原理に基づきUV硬化樹脂の硬化度を推定すると、硬化のための紫外線照射が開始されるとともに重合反応が進

み、開始剤の消費と比例して溶液粘度が増大し、蛍光放射も増大する。UV硬化樹脂に含まれる光重合開始剤が消費され照射が終了すると、蛍光放射の増大も停止する。実際は反応終了後、内部蓄熱、内部応力等の物理的エネルギーとの相関関係により蛍光放射はゆっくりとした増大カーブを描き、やがて増大は止まる。

3. 装置構成

装置はセンサー部とコントローラー部からなる（図1）。センサーからは微弱な紫外線（以下、検査用紫外線）が放出され、被測定物（UV硬化樹脂）から出る蛍光発光を捕捉する。照射する紫外線の種類は機種により、280、310、365、385、405nmから選択できる。

装置構成として、硬化のための紫外線（以下、硬化用紫外線）照射を行いながら硬化度を安定的に測定できることが必要である。また、検査用紫外線は樹脂を硬化させない微弱な紫外線である必要がある。そこで、紫外線強度はmax0.5mWと非常に微弱なLEDを使用し、硬化用紫外線照射による強大な蛍光放出や外乱光と微弱な蛍光信号を区別するため、センサーから出る微弱な紫外線の照射はパルス変調をかけ受光部でフィルタリングすることで信号抽出を行っている。図1では実験用に簡易ステージにセンサーを付けているが、センサー単体重量が約900gと軽量なため、ロボットまたは自動X-Yステージ等に取り付けて、ライン運用をすることも可能である。

4. 用途事例

UV硬化樹脂が使われる全分野が対象になることは言うまでもないが、特に競争力が必要とされる分野での運用が進んでいる。具体的には、レンズ接着等のUV硬化接着、高機能フィルム生産分野、携帯電話、有機EL、薄膜コーティング、レジスト等である。ここでは、それぞれの代表的使用例を挙げる。

(1) 薄膜コーティング

ここで言う薄膜系UV硬化樹脂とは、「数十～数百 μ mのシート状に塗布されたもの」、もしくは「多層シート貼り合わせに使用されるもの」を指す。

例えば、光記録ディスクのBlu-rayディスクは、厚さ1.1mmのディスク基板上に記録層を形成した後、スピコート法でUV硬化樹脂を塗布するか、厚さ0.1mmのシートをUV硬化樹脂で貼り合わせるという製法が取られている。これらは極めて高い機械的・光学的な精度を満たす必要がある。スピコート法により塗布されたBlu-rayディスクの蛍光量を自動X-Yステージに取り付けたUV硬化センサーでマッピング測定すると、図2のようなデータが得られる。

マッピングデータは非常に視覚的に分かりやすいデータである。この蛍光量のデータは、UV硬化樹脂の厚み、もしくは硬化度合いを示す。同一データから厚みと硬化度合いを切り分けることはできないが、測定・評価の手順により、そのどちらかを評価するにも優れた測定ツール

UV 硬化センサー

- リアルタイムに非接触で UV 硬化樹脂の硬化度を測定できます!
- 推測や過剰照射による硬化の管理を「見える化」し数値データ化することができます!

東京エリア、大阪エリアのデモルームにて、お持ち頂いたサンプルの測定試験が可能です。また、デモ機の貸出しにも対応いたします。(UV-LED 照射パネルも取り扱っております)

製造元：株式会社センテック (URL: <http://www.sentech.jp>)

E-Mail: office@sentech.jp Tel: 072-836-0031 Fax: 072-836-0033

販売元：松尾産業株式会社 (URL: <http://www.matsuo-sangyo.co.jp>)

E-Mail: test-coater@matsuo-sangyo.co.jp

■大阪本社 Tel: 06-6261-1225 Fax: 06-6261-1102 ■東京支店 Tel: 045-471-3963 Fax: 045-471-4950



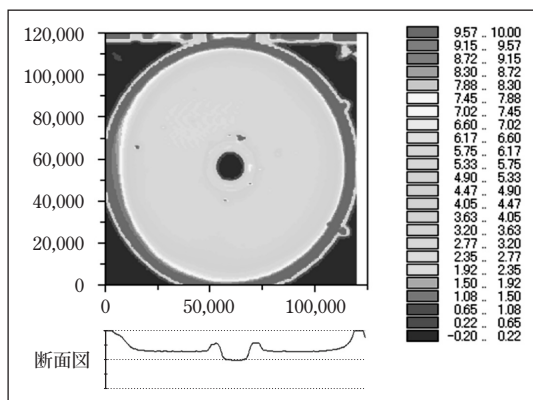


図2 マッピング測定の測定データ例

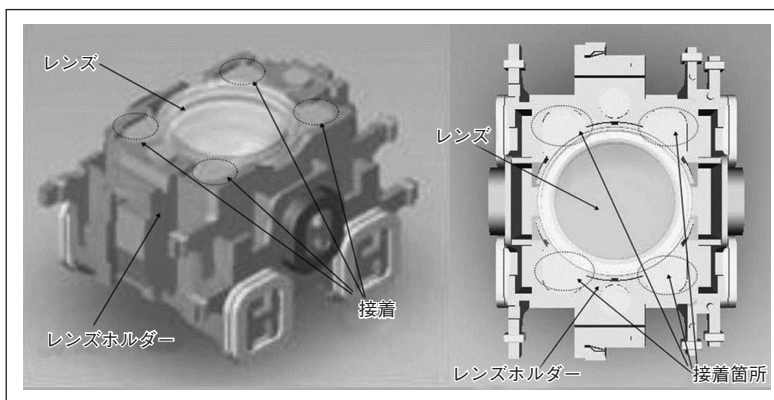


図4 光ピックアップの対物レンズとレンズホルダー

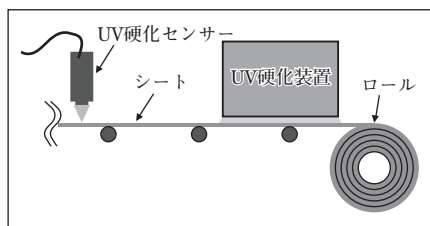


図3 ラインの中での非接触硬化検査管理

である。

薄膜状であれば厚み分布変化が小さいため、条件を絞ればOK/NG判断のしきい値判定も行いやすい。昨今ではシート状の物の貼り合わせの製品にも多くのUV硬化樹脂が採用されている。例えば、ロール状のものであれば、図3のような手法を用いて、生産ラインの中で、UV硬化樹脂の非接触硬化検査管理が行われている。



写真1 光ピックアップ接着箇所計測システム

(2)固定用接着

例えば、DVDやBlu-rayディスクなどの光ディスクの信号を読み取るヘッドにあたる部品、光ピックアップには数々の光学部品が使用されているが、光学部品以外の、シャーシやベース部分などの非光学部品の固定にもUV接着剤が多用さ

れている(図4)。しかしながら、ロットごとの管理検査のため、不具合を確認した時には、既に数百~数千の製品が出来上がっており、それらをすべて廃棄することになる。そこで、UV硬化センサーによる全数検査もしくは、ライン内での管理検査(タクトに合わせて可能な範囲で)を導入することにより、大きなメリットが得られている。

写真1は、複数の接着箇所を順番に計測していくために作られた光ピックアップの接着硬化検査システムである。予め測定する箇所のX、Y座標をプログラミングし、自動でデータを採取し検査を行う。プログラムには各工程での閾値が予め設定されており、それに従い、それぞれの部分の判定値を自動で表示するシステムになっている。

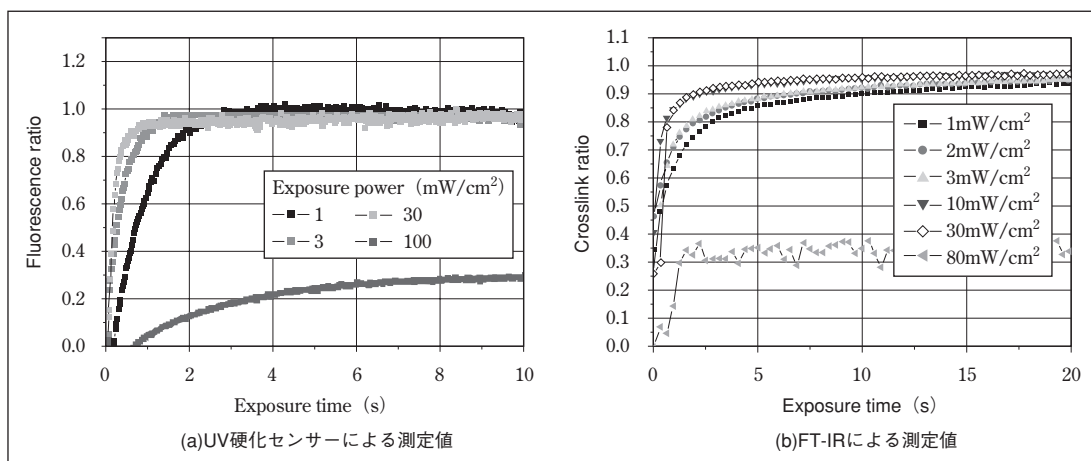


図5 UV硬化センサーとFT-IRのデータ比較¹⁾

(3) ナノインプリントでの使用例

ナノインプリントの分野でもUV硬化樹脂を使用しインプリントする方法が進んでいるが、非常にシビアな露光管理が求められている。その分野でも、このUV硬化センサーを用いて露光管理する方法が検討されている。その際に、実際の反応とUV硬化センサーの数値が一定の比例関係にあるということが重要になる。図5(a)はUV硬化センサーにて蛍光値を測定したものであり、図5(b)はFT-IRを用いて反応収率を測定したものである。両データを比較すると、同じ傾向を持った曲線を描いていることが分かる。

このことから、UV硬化センサーを使用することにより、分析手法と同様の結果を簡単に得ることができる。

5. 結び

この装置は国際特許取得後2年以上経過し、ようやくあらゆる分野で運用が始まり、新たな検査手法としての地位を確立しつつある。UV硬化樹脂に対する紫外線照射時間、強度の最適化設計、樹脂の不具合、ディスペンサの塗布量管理、ポットライフ管理等の品質安定化、ラインスピード設計、コストダウン等に対する有益な手段であり、低硬度樹脂、タッ

クを有する樹脂等、硬化判定し難い樹脂の判定にも有効な手段であると確信する。また樹脂開発段階においての硬化状態の簡易的な確認、反応特性、内部応力の観察等多岐にわたって製品開発設計時にも有効なツールとなり得る。今後この装置の活用により、良い製品づくりの一助になることを期待するものである。

<参考文献>

- 1) 関口 淳：UVナノプリント用樹脂の最適露光量の検討，月刊トライポロジー，特集ナノインプリント技術，No.270（2010年2月号）