

イメージセンサー／光ピックアップ向け光硬化性接着剤

はじめに

光硬化性接着剤は短時間で硬化することから製造工程の時間短縮が可能のため、幅広い分野で利用されています。スリーボンドでは、お客様の用途に合わせてハードディスクドライブ（HDD）や液晶パネルなどの電気・電子機器向けの光硬化性接着剤の開発・商品化を数多く行って参りました。

近年、電気・電子機器の小型化・軽量化が進み、それに併せてデジタルカメラやスマートフォンのカメラ等に用いるイメージセンサーや、パソコン等に用いる光ピックアップといった光を利用した光学系デバイスも小型化が進んでいます。このようなデバイスに使用される接着剤は、設計の多様化により、様々な材質に対して少ない接着面積で高接着力を発揮することや、硬化前後での光軸ズレの抑制、電子部品の高密度化に起因する発熱への耐性等、いくつもの課題をクリアする必要があります。

本稿では、上記の課題をクリアし、従来の水銀ランプだけでなく、UV-LED 光源に対応したイメージセンサー及び光ピックアップ向け光硬化性接着剤として ThreeBond 3036G, ThreeBond 3038, ThreeBond 3038B を紹介します。

以下、ThreeBond を TB と略す

目 次

はじめに.....	1	4.環境の変化に伴う特性変化	5
1.求められる特性	2	5.反応速度、アウトガス、環境特性.....	6
2.使用部位	3	6.UV光源	7
3.商品紹介 (TB3036G,TB3038,TB3038B) ..	4	おわりに.....	8

1.求められる特性

イメージセンサー、光ピックアップに共通しているのは、『光』を利用していることです。どちらのデバイスも、レンズやミラー、プリズムなどの光学部品を用いて、光を正確に受け取ることで機能を発揮します。

そのため、イメージセンサーや光ピックアップの部品を固定する光硬化性接着剤には、単に特定の被着体への接着力を有するのではなく、以下のような特性が求められます。

①様々な被着体への接着

使用される部位によって被着体はガラス・金属・プラスチックなど様々であり、異種材質の接着も多くなっています。そのため、多様な被着体への接着が求められます。

②光軸ズレの抑制

イメージセンサーや光ピックアップは、光軸（光の経路）が目標範囲内に収まるように調整を行ってか

ら接着剤で固定しますが、目標範囲は数 μm と非常に狭い値です。接着剤は硬化時に収縮を伴うので硬化収縮率が大いいと、調整した光軸にズレが生じます（図-1）。そのため、硬化収縮率の低い接着剤が求められます。本稿にて紹介する3商品は、硬化収縮率を3%前後に抑えた低収縮タイプです。

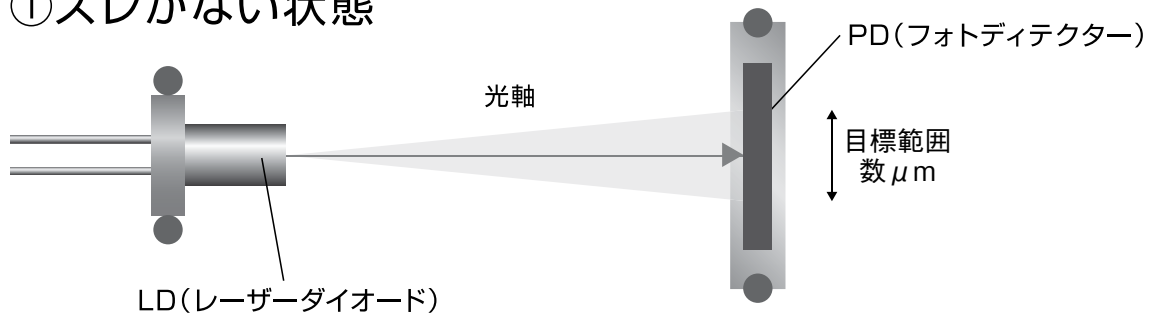
③環境による変化が小さいこと

光軸ズレは、硬化時だけではなく、高温高湿下や、急激な温度変化など、周囲の環境条件によっても発生します。本来の機能を維持するため、環境による部品の位置ズレや、接着力の低下を抑制することが、イメージセンサーや光ピックアップの部品固定において非常に大きなポイントとなります。

今回、上記に挙げた特性を持ち、UV-LED 光源にも対応した光硬化性接着剤として、TB3036G、TB3038、TB3038Bを開発、上市致しましたので、次頁より使用部位と共に紹介します。

光ピックアップのイメージ

①ズレがない状態



②ズレがある状態

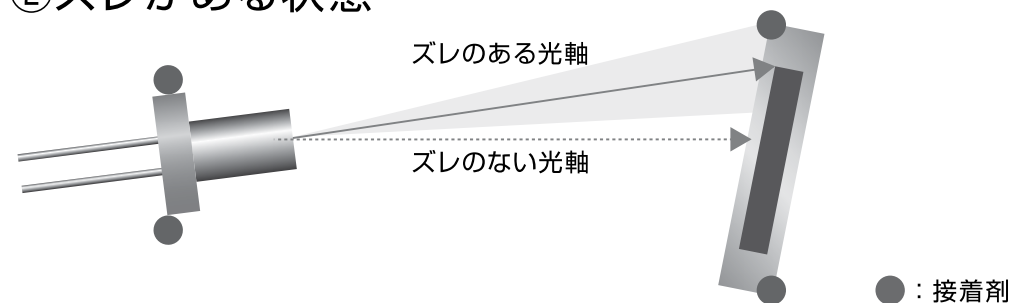


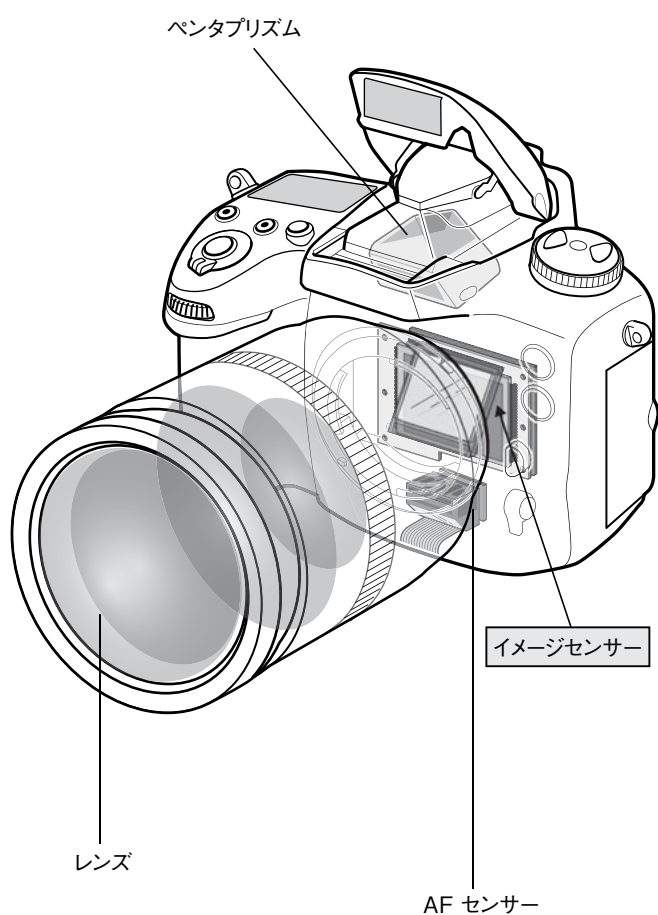
図-1 位置ズレについて

2.使用部位

■イメージセンサー

デジタルカメラやスマートフォンのカメラに搭載されている撮像素子のことで、現在は CMOS センサーが主流となっています（図-2）。カメラは、レンズから入ってきた光をイメージセンサーに照射することで像として記録するため、画質性能を左右する重要な部品です。カメラの心臓部ともいえるこの部品の固定には硬化収縮率の低い TB3036G や、金属への高い接着力を有する TB3038B が使用されています。

イメージセンサーは高画質を求めるほど、大面積になる傾向があり、それに伴い重量が増えるので、固定するにはより高い接着力が求められます。また、イメージセンサーに位置ズレが生じてしまった場合、撮影する映像にも影響が出てしまうため、位置ズレの抑制が求められます。



■光ピックアップ

CD, DVD, BD 等の光学ドライブで、音楽や映像などのデータの記録や再生を行うためのレーザー光源、受光部及びレンズやミラーなどの光学部品で構成されるデバイスのことです。このレーザーは LD (レーザーダイオード) から出力され、ミラー、レンズなどの部品を反射、透過し、PD (フォトディテクター) が受け取る事で記録や再生が行われます。レーザーを出力する LD、受光する PD は熱が蓄積しやすいため耐熱性が求められ、また、正確なデータの記録、再生を行うために位置ズレの抑制が要求されます。

この部分に使用される材質は軽量かつ高耐熱性が求められ、難接着材質の PPS や、アルミニウム、エポキシガラスなどが用いられます。そのため、様々な材質に対し高い接着力を有する TB3038 が使用されています。

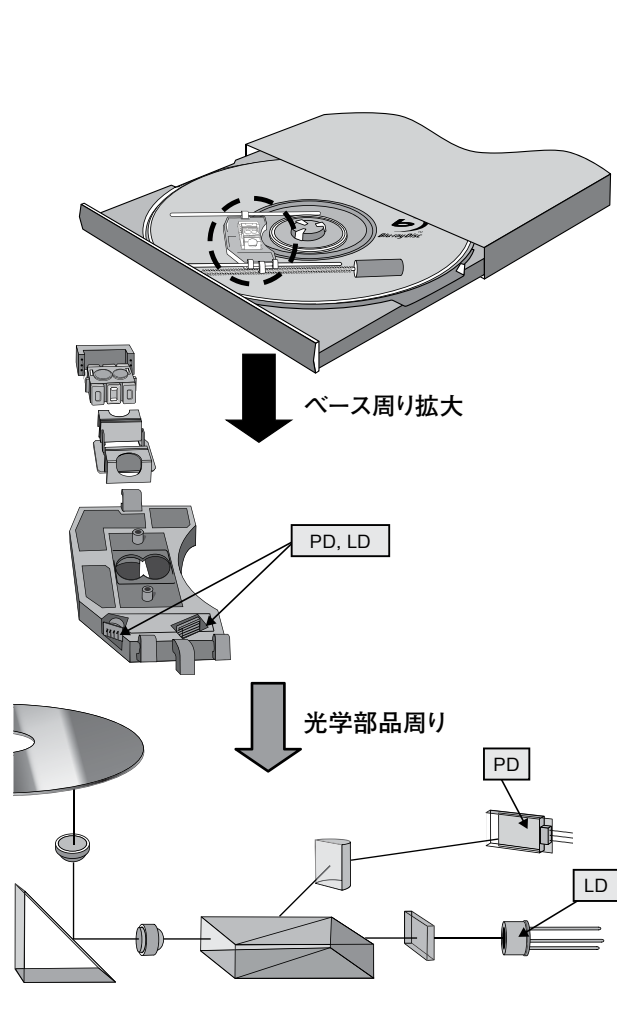


図-2 デジタルカメラと光ピックアップの構造

3.商品紹介(TB3036G、TB3038、TB3038B)

それぞれの特長、物性について紹介します（表-1、2、図-3）。

・TB3036G

硬化収縮率が低く、柔軟性があります。また、金属・プラスチックなど様々な被着体への接着が可能です。そのため、耐衝撃性と接着力が求められる部位に適しています。

・TB3038

難接着材質であるPPSをはじめ、ポリカーボネートなどのプラスチックや、ガラス、金属など様々な被着体に対して高い接着力を示します。高い接着力と低硬化収縮率、硬さが必要とされる部位に適しています。

・TB3038B

TTB3038 同様に PPS やポリカーボネートなどのプラスチックやガラス、金属に高い接着力を示します。加えて、UV 照射により色調が青色から淡黄色に変化するので、照射の有無が外観で判断出来ます。

商品毎に硬さ、接着力、視認性という特長があるので、用途にあわせた接着剤の選定が可能です。

表-1 基本物性

	単位	TB3036G	TB3038	TB3038B	試験方法	備考
外観	—	白色	白色	青色	3TS-2100-001	—
粘度	Pa·s	29.0	13.0	12.5	3TS-2F00-007	せん断速度 20.0s ⁻¹
比重	—	1.53	1.56	1.56	3TS-2500-002	25℃

表-2 硬化物特性

	単位	TB3036G	TB3038	TB3038B	試験方法	備考
硬さ	—	D40	D70	D75	3TS-2B00-004	—
硬化収縮率	%	2.0	2.2	3.0	3TS-2600-001	—
厚膜硬化性	mm	2.5	2.9	2.8	3TS-3160-001	—
貯蔵弾性率(E')	Pa	2.4×10 ⁸	3.3×10 ⁹	3.3×10 ⁹	3TS-4730-001	25℃

硬化条件UV-LED(365nm) 400mW×17.5sec

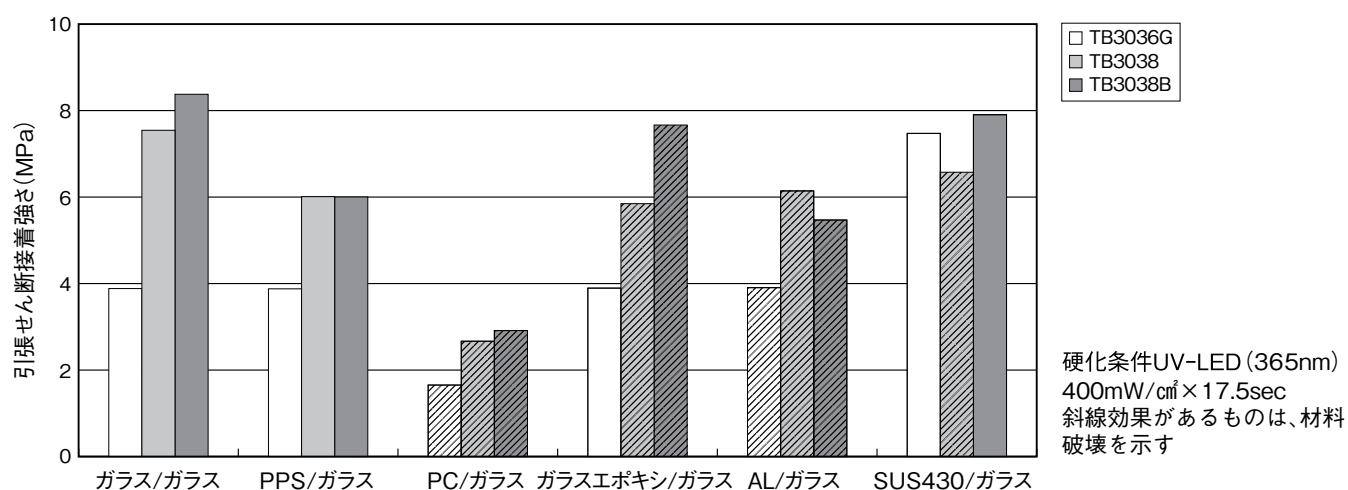


図-3 引張せん断接着強さ

4.環境の変化に伴う特性変化

先述の通り、イメージセンサー、及び光ピックアップ向け接着剤には、環境条件による特性の変化が小さいことが求められます。一般的に物質は加熱すると柔らかくなり、冷却すると硬くなります。この加熱と冷却による伸縮を繰り返すと接着界面に応力が生じ、位置ズレが発生しやすくなります。

そのため、イメージセンサー、光ピックアップ向け接着剤では、環境の変化による特性の変化が小さいことが求められます。

本項においては、その特性の変化について測定した結果を紹介します。

■動的粘弾性測定

デジタルカメラや、パソコンに求められる一般的な許容温度範囲としては、およそ $-40 \sim 80^{\circ}\text{C}$ です。この温度範囲で弾性率の変化が小さくなるよう設計を行っています。

一般的な光硬化性接着剤と今回紹介する商品群との測定結果を紹介します(図-4)。

・TB3036G

今回紹介する3商品の中では比較的柔らかいため、グラフの波形は低く、なだらかな変化を示しています。そのため、柔軟性を持ちながら位置ズレの抑制が可能です。

・TB3038、TB3038B

TB3036Gよりも高いTgと、高い弾性率を有します。そのため、グラフの波形の位置は比較的高く、Tgが高いので弾性率はなだらかに変化します。

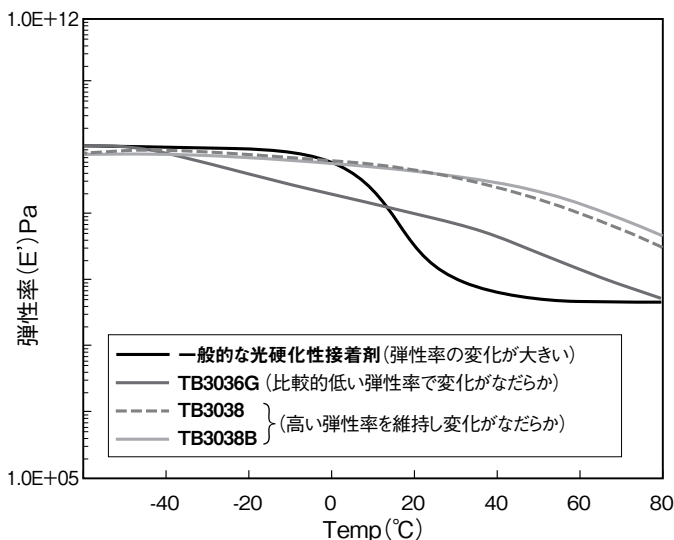


図-4 DMA 測定結果

この測定結果から、これら3商品の温度変化による弾性率の変化は、一般的な光硬化性接着剤と比較してなだらかであり、急激な変化を起こしにくいことが見て取れます。

■信頼性試験

デジタルカメラや、パソコンは様々な環境で使用されるため、それらに使用される接着剤も、過酷な環境下においても接着力を維持することが求められます。

TB3036G、TB3038、TB3038Bは高温高湿環境や、ヒートサイクルといった環境においても初期からの強度変化が小さいため、信頼性の高い光硬化性接着剤であるといえます(図-5、6)。

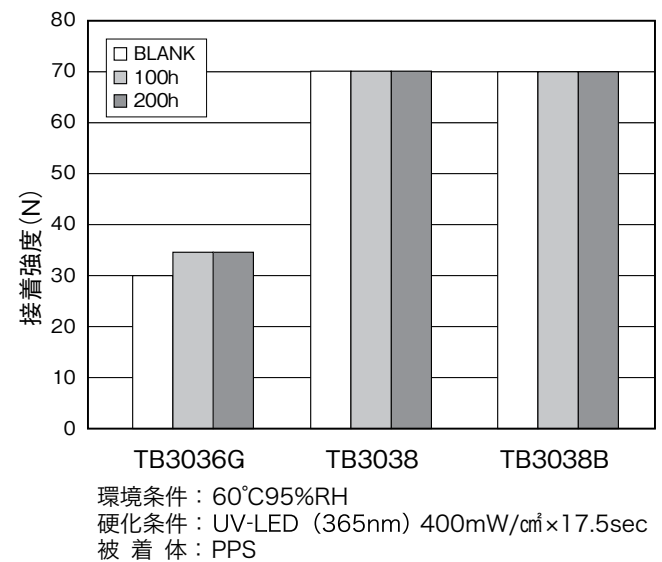


図-5 高温高湿試験結果

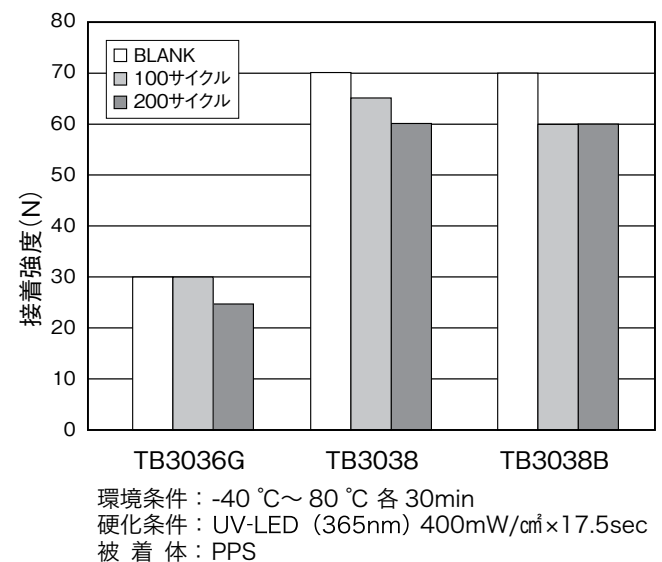
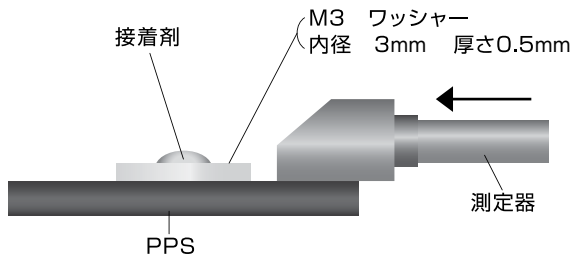


図-6 ヒートサイクル試験結果

今回、接着強度の測定は以下の方法で行いました(図-7)。



1. PPS の試験片にワッシャーを乗せる
2. ワッシャーの内側に接着剤を充填し、硬化させる
3. 測定機でワッシャー側面を水平に押し、剥がれた時の強度を接着強度とする

図-7 接着強度測定方法

5.反応速度、アウトガス、環境特性

今回紹介した3商品は、速硬化性、高反応率、低アウトガスであり、ハロゲン含有量が少なく、有機スズ化合物は非含有という特長も併せ持っています。

■硬化速度と反応率

工程時間短縮のため短時間での硬化が求められます。また、未反応成分が多いと位置ズレやアウトガスに繋がるため高反応率が要求されます。本商品群は、高反応性を有するため、UV-LEDで硬化した場合でも数秒~数十秒で硬化します。(図-8)

硬化速度の測定には、官能基の特有ピークの変化から確認出来る FT-IR による方法を用いています。

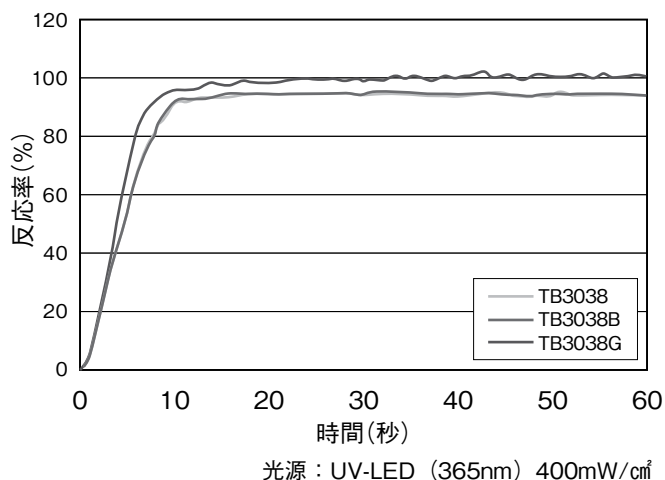


図-8 硬化速度と反応率

■アウトガス量

近年の電気電子製品は小型化・薄型化が進み、各部品同士の距離が近くなっていることから、接着剤からガスが発生した場合、レンズ・ミラーの汚染等に繋がりがやすくなります。また、密閉性の高い設計の場合もガスの影響を大きく受けます。そのため、本商品群は低アウトガスの設計にしています。

80°C環境下での重量変化から、アウトガス量が少ないことがわかります(表-3)。

表-3 アウトガス量

	単位	TB3036G	TB3038	TB3038B	試験方法
アウトガス量	%	0.7	0.5	0.5	3TS-4720-001
加熱残分		99.3	99.5	99.5	

硬化条件: UV-LED(365nm) 400mW/cm²×17.5sec

測定条件: 硬化後 80°C 2h

■環境特性

TB3036G、TB3038、TB3038Bは塩素量、臭素量、及び有機スズ化合物(非含有)が測定下限値以下です。(表-5)。

表-4 環境特性値

	TB3036G	TB3038	TB3038B	測定方法
塩素量(ppm)	N.D.	N.D.	N.D.	燃焼法
臭素量(ppm)	N.D.	N.D.	N.D.	
有機スズ	N.D.	N.D.	N.D.	GC/MS

N.D. = Not Detected

※測定下限値

塩素量 < 30ppm

臭素量 < 30ppm

有機スズ < 30ppm

6.UV光源

今回はUV光源として、UV-LEDを用いています。光源の違いについて説明します。

■波長分布

紫外線を発生させる装置は水銀ランプやメタルハライドランプなどがありますが、今回光源として用いているUV-LEDの波長分布は、他の光源と比べて非常に狭く、特定の波長のみを選択的に放出します。(図-9)。

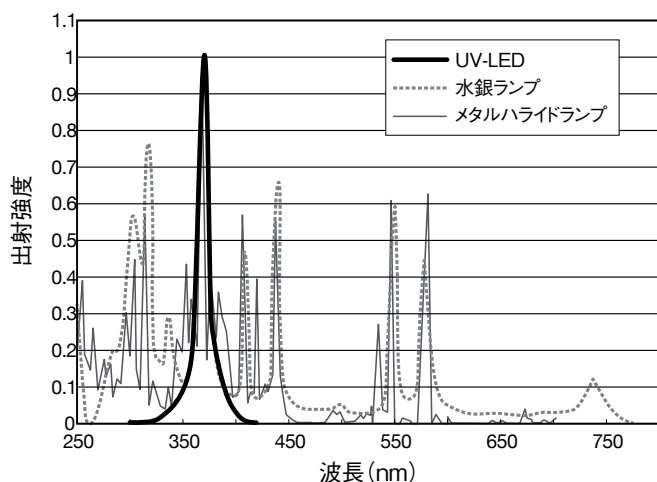


図-9 光源別の波長分布

UV-LEDは低発熱量かつ省電力のため、エコロジーです。また、その他にコンパクトな装置で高照度の出力が可能というメリットもあります。しかし、光硬化性接着剤の光源として用いるためには、その光源に対応した接着剤の設計が必要になります。それは波長によりエネルギー差があるためです。

■光のエネルギー

光のエネルギーは下記の計算式で求められ、波長

$$E = h\nu = h \times \frac{c}{\lambda}$$

E:エネルギー
h:プランク定数
 ν :振動数
C:光速
 λ :波長

表-5 波長によるエネルギーの違い

	200nm	300nm	400nm	500nm
エネルギー(kJ/mol)	598	398	301	239

が短いほど、エネルギーとして高くなります(表-5)。また、光源全体の波長分布を考えるとUV-LEDは他の光源よりもエネルギーは低くなります。

先述のように、UV-LEDは光源としてのエネルギーが低く、従来の紫外線硬化性接着剤では反応性に課題があったため、高接着力の発揮は難しく、位置ズレの抑制が求められるような高い位置精度が必要な箇所には用いられてきませんでした。

今回紹介したTB3036G, TB3038, TB3038Bは、UV-LEDに対応し、高接着力を実現し、位置ズレの抑制、高反応性を可能にしたイメージセンサー及び光ピックアップ向けの光硬化性接着剤です。

おわりに

今回、イメージセンサー、及び光ピックアップ向け接着剤として、TB3036G、TB3038、TB3038B について紹介しました。イメージセンサーや光ピックアップは今後もより小型・薄型化が進むことが予想され、接着面積の減少や、硬化時の収縮、熱による影響を受けやすくなるため、光硬化性接着剤に求められるレベルは一層高くなると考えられます。

これからも、スリーボンドは次の時代を見据えた光硬化性接着剤の商品開発を行い、皆様のお役に立てるよう努力して参ります。

<参考文献>

テクニカルニュース No.45 「可視光硬化性樹脂」

テクニカルニュース No.76 「UV-LED 光源対応光硬化性接着剤」

スリーボンドファインケミカル株式会社	研究開発本部		
開発二部	電気開発二課	坂本	泰則
開発二部	電気開発二課	齊藤	聖



企画 株式会社 URC 編集室
編集 東京都渋谷区恵比寿1-18-15
スリーボンドビル2F
電話 03(5447)5333
発行 スリーボンドファインケミカル株式会社
神奈川県相模原市緑区大山町1-1
電話 042(774)1333 (代)