< 綜 説 >

(受理: 平成 13 年 7 月 2 日)

電子部品組立用接着剤とその応用
Adhesives for Electronic Assemblies柳 原 栄 一*
Eiichi YANAGIHARA

1. はじめに

組立作業における接着剤の利用は電子・電気機器のみならず自動車や航空機など、多くの産業分野で一般的に行われている。これは部品や製品の小型化・軽量化・高機能化などの目的に、接着接合の利点を活用することが不可欠となっていることにある。また、20 世紀の高分子化学の発展により、数多くの優れた接着剤が開発された成果でもある。

電子部品・機器の組立には各種の接着剤が使用されているが、その使用量は国内生産量の 1% 強である。しかし、接着剤への要求は多項目にわたっていることから、採用の際の評価に時間を要することが多い。

ここでは電子部品・機器の組立に使用している接着剤を紹介するが、すでにいくつかの解説もあり^{1)~5)}、詳細はそれらをお読みいただきたい。

2. 接着剤への要望

接着剤として用いるのであるから接着強さへの要望が第一に挙げられるが、接着強さ以外に表 1 に示したような特性のいくつかを同時に必要とされることもある。

電気特性では絶縁性に加えて誘電率や誘電損失の大小が性能の上から問題となることがある。導電性粒子を配合した導電性接着剤が、はんだの代替として適用が増加している。化学的特性では導体として用いる薄膜金属への腐食性のないことや吸湿性の大小がある。光学特性には光の透過率や屈折率などがある。熱的特性では接着強さの温度依存性の少ないことや発熱部品からの放熱に熱

表 1 電子・電気機器用接着剤に要求される特性

電氣的	絶縁性 誘電特性 耐電圧性 導電性
化学的	非腐食性 低吸湿性 難燃性
機械的	低熱膨張性 寸法安定性
光学的	屈性率 透明性
熱 的	安定性 伝導性

柳 原 栄 一

略歴: 昭和35年 東京都立大学大学院 理学研究科(化学)修士課程を修了
同年 (株)日立製作所入所
日立研究所、横浜研究所、生産技術研究所にて、電子部品用有機絶縁材料、接着技術の開発・研究に従事。
平成元年 (株)スリオンテックに転出、フィルム粘着テープの開発に従事
平成7年 定年退職 技術コンサルタントとして独立、現在に至る。
平成10年 日本接着学会より功績賞を受賞。
専門: 有機応用化学
日本接着学会・接着の技術誌編集委員長
著書: 接着技術のはなし(日本実業出版社)、接着技術の新展開(工業調査会)など多数。
趣味: スポーツ、写真、フォークダンスなど

* 神奈川県技術アドバイザー
横浜市区西が岡 1-5-5 〒245-0006
Technical Advisor to Kanagawa Prefecture
1-5-5 Nishigaoka Izumi-ku Yokohama Kanagawa 245-0006 Japan

表2 作業面から接着剤に要求される特性

1 液性であること
無溶剤であること
塗布の自動化が可能なこと
表面状態の影響の受け難いこと
保存安定性の良いこと
短時間に固化・硬化すること
低温での硬化が可能なこと

表3 短時間に固化・硬化する接着剤の特性

接 着 剤	発現時間 (室温)	接着強さ (MPa)
シアノアクリレート	2sec	20
紫外線硬化系	2sec	20
第2世代アクリル	2~5min	20
エポキシ樹脂	5min	15
ポリウレタン	1min	10
ホットメルト系	2sec	5
クロロブレン系	5min	1
両面粘着テープ	2sec	1

伝導性が求められる場合もある。

また、寸法精度を必要とする部品では、接着剤の熱膨張率や吸湿性の大小も部品の経時特性に影響がある。

一方、作業性の観点から見ると表2に示したような特性が求められている。生産性の面からは短時間に固化・硬化する接着剤への要望が大きい。また、小さな部品が多いことから微量の接着剤を自動塗布する課題がある。表3に短時間に固化・硬化するいくつかの接着剤を示した。1液性で紫外線の照射により短時間に硬化する接着剤や両面粘着テープなどの適用が増加している。メルカプタンを用いた短時間に硬化するエポキシ樹脂は、硬化物の柔軟性や吸湿性が大きいので注意が必要である。

3. 電子部品組立用接着剤の種類

接着剤メーカーから数多くの接着剤が市販されているが、電子部品の組立に用いられている接着剤には表4に示したようなものがある。このように種類が多い理由として、接着する材料(被着材)が木材、金属、プラスチック、ゴム、セラミックスなど多種類にわたり、そのため使用目的に適した接着剤が開発されており、適切な接着剤の選択が求められる。

ここでは代表的ないくつかの接着剤について、その内容と特性について紹介する。

3.1 精密部品用接着剤⁶⁾

組立た部品がミクロン単位の精度を必要とするものに用いるもので、接着剤にはエポキシ樹脂系と光硬化接着剤の一部が該当する。

表4 電子・電気機器用接着剤のいろいろ

接 着 剤	特 徴
ゴム系	溶剤系の汎用接着剤
酢酸ビニル系	水系で木工用が主体
トープセメント	溶剤系で成形材の接着
ホットメルト系	短時間接着・絶縁用
両面粘着テープ	シート状・短時間接着
シアノアクリレート	短時間接着の代表
けん気性	ネジなどの固定用
SGA	金属用・短時間接着
紫外線硬化系	光の照射で短時間接着
エポキシ樹脂系	接着強さが大・絶縁良
シリコン樹脂系	柔軟性大・絶縁良
ポリウレタン系	柔軟性
ポリイミド樹脂系	耐熱性
無機系	耐熱性

1) エポキシ樹脂系

エポキシベースレジンに各種の硬化剤を組み合わせることで、種々の物性を持った硬化物の得られるのが特徴である。表5にエポキシ樹脂の特徴と欠点を示したが、欠点を解消するための検討が数多くなされている。

接着剤としての基本的な配合を表6に示したが、硬化剤の選択は硬化条件や硬化物の物性を左右する。ベースレジンにはビスフェノール系の液状のものが主に用いられているが、分子量の大きな固体のものを溶剤に溶解して用いることもある。薄膜の金属の周辺に用いるものには、塩素などの不純物の少ないものが望ましい。

表5 エポキシ樹脂の特徴と欠点

特 徴	欠 点
100%固体となる 収縮が少ない 接着性に優れる 電気特性に優れる 耐薬品性に優れる	2 液性のものが多い 柔軟性に欠ける 皮膚刺激性のあるものがある はく離に弱いものが多い

表6 エポキシ樹脂接着剤の基本的な配合

成 分	代 表 例
ベースレジン	エポコート 828
硬化剤	トリエチレンテトラアミン ポリアミド樹脂 ジアミノジフェニルメタン ジシアングジアミド
希釈剤	ブチルグリシジルエーテル
変性剤	CTBN など
充てん剤	シリカ、アルミナなど
着色剤	カーボンブラックなど
消泡剤	シリコン化合物

表7 エポキシ樹脂系接着剤の特性と硬化剤添加量 (Ep828/V-140)

項目 配合量 (phr)	引張強度 (kgf・cm ⁻²)	伸び (%)	T _g (度)	せん断接着強度*		吸水率** (%)
				25℃	75℃	
50	580	2.7	106	104	132	1.4
75	530	4.7	80	130	178	1.9
100	500	5.8	63	160	96	3.1
125	400	9.8	47	186	56	9.8

* Al/Al, kgf/cm²

** 25℃, 500h, t=3.0

室温で硬化させる場合には1~2級の脂肪族アミンやポリアミドが硬化剤として用いられており、加熱硬化には変性芳香族アミンや3級アミン、イミダゾールなどの他に、各種の潜在性硬化剤が用いられており1液性としたものも数多く開発されている。

2液性の組成物では硬化剤の添加量によって硬化物の物性が異なるので、計量と混合に注意が必要である。硬化剤として用いたポリアミドの添加量による特性の変化を表7に示した⁶⁾。

2) 紫外線硬化系 (UVA)

紫外線の照射により短時間に硬化する接着剤である。以前はラジカル重合系のアクリルオリゴマーを用いたものが主流であったが⁷⁾、最近ではカチオン重合系のエポキシオリゴマーを用いたものも開発されている。両者の間には表8に示したような差があるとされており⁸⁾、硬化物の物性はエポキシ系の方が優れている。

表8 紫外線重合系の比較

	ラジカル系	カチオン系
樹脂	アクリレート ウレタン ポリエステル など	エポキシ ビニルエーテル など
反応機構	フリーラジカル	ルイス酸 ブレンステッド酸
硬化スピード	速い	中位
酸素阻害	あり	なし
硬化収縮	かなり顕著	少ない
接着性	中位	良好
耐熱性	中位	良好

a) アクリル系

当初は紫外線の透過する材料(ガラスなど)のみにしか使用できなかったが、加熱硬化性を付与するなどにより金属相互の接着にも適用が可能となっている。図1にアルミニウム板を接着した時の温度の影響を示したが⁹⁾、金属の種類も影響するとされている。

けん気硬化性を付与したものやプライマーを用いるも

のものもある¹⁰⁾。また、最近では可視光でも硬化するものが開発されている¹¹⁾。

b) エポキシ系

スルホニウム塩を光重合開始剤としたもので、紫外線の照射によって生じるカチオンにより重合が開始するものである¹²⁾。以前にはジアゾニウム塩なども検討されていた。

硬化反応はアクリル系よりも遅く、暗反応性があるなどの利点を生かした適用がなされている。

図1 紫外線硬化系接着剤の加熱硬化性

3.2 汎用接着剤

エポキシ樹脂の一部もこの範疇に含まれるが、金属やプラスチックの接着に用いられている接着剤を紹介する。

1) 第二世代アクリル系 (SGA)

アクリルオリゴマーをベースとした接着剤の一つであるが¹³⁾、2液主剤タイプとプライマータイプの2系列がある。比較的短時間に硬化し、得られる接着強さが大きいことから金属の接着にも用いられている⁴⁾。また、2液性のものでも計量や混合にエポキシ樹脂ほどの精密さを必要としない利点もある。しかし、硬化前に密封すると金属を腐食することがあるので注意が必要である。

2) シアノアクリレート系

短時間に硬化する接着剤の代表的なものであり多くの材料と良く接着するが、ポリオレフィンとエンブラの接着にはプライマーを併用することが望ましい¹⁴⁾。

3) ホットメルト系 (HMA)

熱可塑性ポリマーをベースレジンとしたもので、加熱・溶融したものを塗布することが必要であるものの¹⁵⁾、短

時間に固化する利点がある。フィルムにしたものも市販されている。ペーンレジンにはEVAが広く用いられているが、電子部品には耐熱性のあるポリアミドやポリエステル系のものが用いられている。

4) シリコン系

ジメチルシロキサンを骨格構造に持つものであるが、接着剤の組成や硬化条件などにより多くの種類の接着剤が市販されているが¹⁶⁾、多用されているのは計量や混合を必要としない1液性のものである。

室温で硬化(RTV)する1液性のものは、吸収した水分により硬化が進行するもので、放出する成分によりいくつかの種類がある。電子部品には腐食性のないアセトンやアルコール系のものが適している。

一方、加熱を必要とするもの(LTV)では、硬化に必要な触媒がアミンやはんだフラックスと接触すると失活して硬化不良となることがあるので、表面の清浄度に注意が必要である。

硬化物は耐熱性があり低温まで柔軟性のあることから、熱膨張率に差のある材料の接着に適している。また、電気特性にも優れていることからプリント配線板のコーティングなどにも多用されている。表9には1液加熱硬化系の代表的な用途を示した¹⁷⁾。

表9 1液加熱硬化シリコン接着剤の用途

- ・高圧回路部品の絶縁シール
- ・各種電気・電子部品の接着・シール
- ・プリント基板のディップコート
- ・ハイブリッドIC、パワーモジュールなどの接着・シール
- ・電球型蛍光灯の接着・シール
- ・ディスプレイ装置高圧部などの絶縁シール
- ・シリコンゴム成型品の接着
(パッキングの接着、セラミック容器との接着など)
- ・コイル、コンデンサーなど、素子の緩衝材
- ・スクリーン印刷によるフレキシブルプリント基板の絶縁バンダー
- ・ドットプリンターヘッド部の放熱用充填
- ・サーマルヘッド部の放熱シール
- ・PBT、PPS樹脂成型品の接着
- ・熱応力、熱膨張による異材質間のストレス緩衝材
- ・ガasket類の耐熱コーティング
- ・耐熱ガラス製品の接着・シール

5) 両面粘着テープ

アクリル系の粘着剤を不織やプラスチックフィルムなどの両面に塗布したものであり、貼り合わせるとただちに接着強さの発現する利点があるが、接着強さの小さいことや温度特性が悪いなどの欠点もある。

一方、絶縁用の粘着テープは紙やプラスチックフィルムの片面に粘着剤を塗布したものであるが¹⁸⁾、耐熱性の必要なものにはシリコン系の粘着剤が使用されている。また、電気絶縁用に用いる粘着剤には電食性の試験が行

われている¹⁹⁾。

3.3 接着剤の選択

数多く市販されている接着剤の中から、使用目的に適した接着剤を短時間に選択するのは困難であり、接着剤メーカーの協力を得ることが望ましい。代表的な選択の手順を表10に示した。

表10 接着剤の選択手順

1次	被着材の種類 表面処理
2次	接合部の設計 必要な接着強さ 加わる力の種類 接着可能な面積 作業方法
3次	使用環境 温・湿度 温度サイクル 振動 負荷 その他

使用環境下での耐久性の評価には長時間を必要とし、加速することも容易でないことが多い。負荷が接着面に加わる場合には、温度の影響が大きいことに注意が必要である。

エポキシ樹脂接着剤の屋内での経時特性を図2に²⁰⁾、加熱時の金属材料の影響を図3に²¹⁾、クリープ試験の結果を図4に²²⁾それぞれ示したが、安全係数をどの程度にするかは接着強さのみでなく、部品や機器の特性を総合的に検討して判断することが望ましい。

4. 接着剤の適用事例

接着剤を用いて組立てた電子部品の用途は電子・電気機器のみならず、自動車や航空機から宇宙用機器にまで及んでいるので、最終の用途を確認しそれに適した評価

図2 エポキシ系接着剤の経年変化

図3 エポキシ樹脂接着剤の耐熱性に及ぼす被着剤の影響

図4 エポキシ樹脂系接着剤添加量とクリープ破断時間 (80°C)

試験をすることが望ましい。

機器の小形化による温度上昇やんだ付け作業の温度上昇などへの対応も、接着剤だけでなく周辺に用いている有機材料全般に必要である。

ここでは、汎用部品と精密部品に大別して接着剤の適用事例を紹介する。

4.1 汎用部品

汎用の電子部品には多くの種類があるが、エポキシ樹脂を接着剤とした部品を表11に²³⁾、紫外線硬化系接着剤を不透明な材料に用いた例を表12に示した⁹⁾。

1) プリント配線板 (PCB)

電子機器の小形化にはプリント配線板の多層化が大きく寄与しているが、ビルドアップ基板の開発も進行している。配線板用の絶縁材には紙/エポキシ、ガラス/エポキシや絶縁処理した金属板などがあるが、価格と特性などにより用途が選択されている。導体として用いる銅はく接着には各種の接着剤が用いられており、代表的なものを表13に示した。

また、導体をめっきで作成する場合には、密着性の改善にエッチングなどの作業も行われている。

表11 汎用部品におけるエポキシ樹脂接着剤の使用例

部 品	使用箇所
小形トランス	コア (けい素鋼板) の積層 フェライトコアの接着 安定期の注形
スピーカ	マグネットの接着 3点部の接着
プリント回路基板	積層用プリプレグ チップ部品の固定 導電性接着剤によるダイボンディング
ブラウン管	バンドの固定
電球	口金の固定
半導体	導電性接着剤によるダイボンディング
小型モータ	フェライトコアの接着 コイル端末の固定
X線検出器	電極板の固定 気密シール
超音波探触子	PZTの接着 マッチング層の接着

表12 不透明な材料の接着事例

- ・チップ部品の固定
- ・ボルト、ネジの固定
- ・部品の仮固定、シール
- ・トランス、コイル類のリード線の固定
- ・磁気ヘッドのコイルの固定
- ・CD用部品の固定
- ・モータブラシの固定
- ・圧電素子の組立
- ・電球の組立
- ・スピーカの組立
- ・マイクロフォンの組立
- ・コンデンサの封止
- ・電子レンジ用ドアスクリーン組立
- ・DVD板の貼り合わせ
- ・部品のポッティング
- ・ジャンパー線の固定

表13 銅はく用接着剤の種類

1. PVB 変成フェノール樹脂
2. NBR 変成フェノール樹脂
3. 変成エポキシ樹脂
4. ナイロン変成エポキシ樹脂
5. エポキシプリプレグ
6. 熱可塑性ポリイミド
7. 熱硬化性ポリイミド

接着剤にははく離接着強さとはんだ付け温度 (260°C) でふくれの生じないことが求められているが、誘電率などの電気特性に加えて金属への腐食性のないことも必要とされる。

携帯電話機などに多用されているビルドアップ基板で

は層間の絶縁材にエポキシ樹脂が用いられている²⁴⁾。絶縁層の穴明けが上下の回路の接続に必要であり、熱硬化系/レーザと光硬化系/フォトリソプロセスの2つの方式があるが前者の方が生産性が高いとされている。

多層配線板ではスルーホール銅めっきの密着性の向上も一つの課題とされている。

配線板に搭載する各種の部品も小形化がなされており、表面実装の技術が進展している。チップ部品には仮固定用の接着剤として、短時間に硬化するエポキシ樹脂が多用されている。また、樹脂モールドしたICに代わってモールドレスのベアチップの適用が増加しており、導電性接着剤やアンダーフィルレジン、チップコートレジンなどにエポキシ樹脂が用いられている²⁵⁾。

ポリイミドフィルムなどを用いたフレキシブル配線板(FPC)も各所に採用されている²⁶⁾。

2) 半導体

電子機器の小形化には半導体の進歩の寄与も大きく、内部配線の微細化にともない、加工に用いているレジストの高性能化が進んでいる。

前工程の終了したシリコンウエハはダイサーを用いて所定の寸法に切断されるが、ウエハの固定に使用する粘着テープは紫外線の照射により粘着力の低下するものが採用されており²⁷⁾、真空チャックによるチップの移動を容易にしている。また、チップの表面にはポリイミドをはじめとして各種のレジンがオーバーコート材として用いられている。

後工程の最初はリードフレームへのダイボンディングである。以前はAu-Siの材料が接合に用いられていたが、最近では低温での作業が可能な導電性接着剤を用いる方法が主流である²⁸⁾。

半導体のパッケージにはセラミックや金属のケースを用いることもあるが、中心はレジンモードである²⁹⁾。レジンにはエポキシ樹脂が用いられているが、多くの改良がなされて現在に至っている。表14に基本組成を示したが³⁰⁾大半は充てん剤のシリカであり、有機物は20%に満たない数値である。金型との離型に必要な離型剤がリードフレームやチップとの密着性を低下させていることもある。

また、レジンにはイオン性不純物の少ないことやリフローのはんだ付け作業でレジンにクラックの発生しないように吸湿性の小さなものが求められている。

一方、実装密度を高めるためにパッケージのないベアチップを用いることも増加しており、TABやFCBなどの方式が検討されている。はんだに代るものとして導電性接着剤の利用も検討されている³¹⁾。

高出力のモジュールでは温度上昇を避けるために放熱

表14 半導体用モールドレジンの基本組成

成 分	配合比 (wt%)
ベースレジン (ビフェニル)	8.3
硬化剤 (フェノール)	7.3
硬化触媒	0.4
充てん剤 (溶融シリカ)	80.0
難燃化剤 (Br-ノボラック)	1.5
難燃助剤 (Sb2O3)	1.5
離型剤 (カルナバワックス)	0.2

が必要であり、熱伝導性のグリースや接着剤を利用した放熱フィンが用いられている。一部では水冷の放熱も採用されている。

3) 小形トランス・コイル

トランスのコア材の積層や固定にはエポキシ樹脂が主に用いられているが、フェライト材では接着剤のストレスでクラックの発生することもあり注意が必要である。

コイルの固定や端部の処理にはHMAやUVA系の接着剤の他に粘着テープも用いられている。VTRのロータリートランスでは、コイルの固定に使用した接着剤の誘電率の大小が問題となった。

自己融着線の表面にはポリアミド系の接着層が塗布しており、通電加熱などの手法で線材の固定やコイルの成形がなされている。

機器の温度上昇に対応して線材の絶縁用エナメルについても改良が加えられており、はんだ付け作業の可能なポリエステル系の材料も開発されている³²⁾。

4) 音響部品

スピーカや圧電素子など電気信号を音に変換するものが数多くあるが、組立てには接着剤が必要とされており、コーンを用いた一般のものでは10個以上の接着部所がある⁵⁾。接着剤にはゴム系、SGA、エポキシ、紫外線硬化系などが用いられている。小形化や高出力化に対応するために従来よりも耐熱性を必要とする個所が増加している。

コーンの材料には紙や繊維強化紙、プラスチック、金属など各種のものが用いられるが、接着剤もこれらの材料に適したものが使用されている。LCPを用いることも検討されている³³⁾。

一方、磁気回路などの金属部分にはエポキシ樹脂やSGAが用いられている。また、ボイスコイルの周辺にはエポキシ樹脂系の中でも、特に耐熱性のあるものがボビンとコイル巻線の間に適用されている。

レコードや磁気テープに代わって、光を情報の記録と再生に用いる各種の機器が開発され、ディスクが情報を記録する支持体として使用されている。表15に代表的なものを示したが⁹⁾、最近ではCDやDVDでも使用者

表 15 ディスクの種類と構成

種類	材料	記録材料	構成	接着剤
CD	PC	—	1枚	—
VD	PMMA	—	2枚	粘着剤
MD	PC	金属	1枚	—
DVD	PC	—	2枚	粘着剤 UVA エポキシ
光ディスク (MO)	ガラス PMMA PC エポキシ 他	金属 有機色素 — 孔形成 相変換 — 光磁気	2枚	エポキシ UVA 粘着剤 SGA

図 5 DVD-RAM ディスクの断面構造

表 16 DVD の接着方式の種類

方式	スクリーン印刷	スピンコート	ロールコート	シート
接着剤	UV 硬化	UV 硬化	ホットメルト	両面粘着テープ
主成分	エポキシ系	アクリル重合	ポリエステル系	アクリル系
反応形	カチオン重合	ラジカル重合	—	—
反応性	遅硬化	速硬化	—	—
安定性	○	△	○	○
接着性	○	○	○	○
耐熱性	○	○	×	△
形状保持性	○	△	△	○
材料歩留	○	△	△	×

が情報の記録を行えるもの (CD-R など) が開発されている。

記録材料には有機色素や金属 (相変換, 光磁気) などが用いられている。図 5 に相変換の記録膜を用いた DVD 用ディスクの断面構造の例を示したが³⁴⁾, 高密度記録への材料の開発がなされている。

2 枚のディスクを貼り合わせている代表例は DVD である。ディスクの材料はポリカーボネートが中心である

が, 接着する面は保護膜として用いた紫外線硬化樹脂であることが多い。ディスクの接着には表 16 に示したような方式が検討されているが³⁵⁾, 生産性の点からカチオン重合系の紫外線硬化エポキシが注目されている³⁶⁾。

4.2 精密部品

接着剤を用いて組立てた部品においてもミクロン単位の寸法安定性を必要とする部品が増加している。接着剤のベースレジンには吸湿性の小さなものを選択し, シリカなどの充てん剤を配合して熱膨張率の低減を図ったものが多い。

エポキシ樹脂と紫外線硬化系の接着剤が多用されているが, 硬化時の応力が問題となることもあるので注意が必要である。

表 17 にはエポキシ樹脂の適用例を示したが³⁷⁾, 作業性などから紫外線硬化系に変更されているものもある。

1) 磁気ヘッド

磁気記録で情報の記録と再生に用いるもので各種の磁性材料の接着に接着剤が使用されている。ヘッドには用途により表 18 に示したような適用箇所があり, エポキシ樹脂の用いられている例が多い。一部ではガラスを用いた接着も行われている。薄膜ヘッドでは層間の絶縁材にポリイミドが適用されている。

磁気材料の特性が接着剤からの応力で変動することがあるので注意が必要である。

2) 光ヘッド

レーザー光を用いてディスクへ情報の記録と再生に使用するもので, CD や DVD, 光ディスクなどに用いられている。CD に用いられているものの基本構造を図 6 に³⁸⁾, 最近の製品の写真を図 7 にそれぞれ示した。小形化と軽量化が図られている。

レンズやプリズムなどをアルミニウムやエンブラ製の筐体に接着・固定するこ

とが作業の主であり, 接着剤からのひずみが大きな課題とされている。図 8 に検討結果の一例を示した³⁹⁾。紫外線硬化系ではエネルギーの大きな光で硬化すると接着部のひずみが大きくなることも報告されている。

接着剤の弾性率や収縮率, 塗布量, 塗布する場所などがプリズムなどの光学特性に影響するので, 十分な検討が必要とされる。位置の精度を必要とする場合には硬質で吸湿性や熱膨張率の小さな接着剤を必要とする。

表 17 精密部品におけるエポキシ樹脂接着剤の適用例

部 品	適用箇所
磁気ヘッド	コアの積層接着・固定 バネの固定 スライダの積層・固定 ケースへの固定・注形 FPCの固定
光コネクタ	ファイバーコアの固定 ファイバーの固定 接続部の固定・保護
光合波器	レンズの接着・固定 プリズムの接着・固定 ファイバーの固定
表示素子 (LCD)	ガラスセルの組み立て 上下電極の接続 ICの実装 (COG)
光ヘッド	レンズ、プリズムの固定 バネの固定 コイルの固定

表 18 磁気ヘッドと接着剤の適用箇所

ヘッド	適用箇所
オーディオ用	磁性材料の積層 非磁性材料の接着 金属ケースへの固定 端子部の補強
VTR 用	ヘッドチップの接着 端子板の接着 接着部の補強
ディスク用	磁性材料の積層 ジンバルへの固定 ICヘッドの固定 FPCの固定 加工時の仮固定

図6 コンパクトディスク用ピックアップの光学系構成図

3) 表示素子 (LCD, ELD, PDP など)

ブラウン管に代わって液晶表示素子 (LCD) など平面の表示素子の開発が進行しているが、いずれも平面が

図7 最近のCD用光ヘッドの形状

図8 接着剤により発生する光学歪み

ラスを貼り合わせたものである。

LCDの断面構造を図9に示したが⁴⁰⁾、ガラスの表面にはTFTやカラフィルター、PIの配向膜などが作成されており、5~10ミクロンのギャップで貼り合わせた内部に液晶を充てんしたものである。

貼り合わせに用いる接着剤には加熱硬化系のエポキシ樹脂が以前から使用されているが、カチオン硬化の光硬化エポキシ樹脂が最近になって注目されており、表19に示したような利点があるとされている⁴¹⁾。

ギャップ幅の調整は接着剤に配合したスペーサや内部

図9 TFTアクティブマトリクス形フルカラー表示用LCDの構造

表19 LCDセル組立用接着剤の特性

接着剤の種類	熱硬化型	UV硬化型
主成分	エポキシ樹脂	アクリル樹脂
作業性	△ (溶剤含有)	◎
貯蔵安定性	△	◎
反応性	△	◎
硬化時の発生応力	△	◎
硬化後の耐熱性	◎	△
硬化後の耐湿性	◎	△
硬化後の剥離接着性	◎	△

に散布したスペーサによって行われているが、レジストを用いて所定の個所にスペーサを配置することも検討されている⁴²⁾。

その他、導体の接続に使用する異方導電性接着剤、偏光板の粘着剤、駆動用ICの搭載に用いる補強用のエポキシ樹脂など種々の材料が組立てに用いられている⁴³⁾。

ELDでは照明用の電力が不要となる利点を生かして、小形のものの開発が進んでいる⁴⁴⁾。特性の安定化には防湿のためのシール材が課題とされている。

4) 光部品

電線を用いた電気通信に代わって、光ファイバーを用いた光通信が情報伝達の中心となりつつあるが、使用する部品の組立てには種々の技術課題が生じている⁴⁵⁾。

接着剤の中を光が通過する個所に用いる場合には、透過率や屈折率の数値が問題となることから、ハロゲンを導入した化合物を併用することが行われている。図10に屈折率の制御が可能な範囲を示した⁴⁶⁾。

光ファイバーの接続はコネクタを用いる手法と直接行う方法とがあるが、いずれにも接着剤を用いられている。コネクタでは接着が不十分であると接触面の平坦性が低下して、伝送ロスの増加することが知られている。

図10 光学接着剤の屈折率制御範囲

図11 マイクロボールレンズ固定LDモジュールの光出力の温度安定性
(モニタPD出力によるAPC動作特性)

発光素子のマイクロボールレンズの固定に用いる接着剤では、図11に示したように接着剤の熱膨張率の低減が特性の安定化に有効である⁴⁶⁾。

自動車や家庭の内部での使用には配線が短距離で良いことからプラスチックファイバー (POF) の利用が検討されており、ファイバー径が大きくなる (0.2~1.0mm) ことで組立作業が容易になるとされている⁴⁷⁾。

5. おわりに

組立作業への接着剤の適用は今後も増加の傾向にあるが、使用目的に適した接着剤の選択が大きな課題であり、作業性を無視することは出来ない。細分化された用途となることも多いので、メーカーの協力を得て選定のスピー

ドアップを図ることが不可欠である。電子部品では接着剤を少量で一定の量を塗布し、短時間に硬化することが求められており、1液性の接着剤へのニーズが大きい。

材料のリサイクルが大きな課題となりつつあるが、プラスチックの接着では素材のリサイクルに障害とならないための配慮が必要である。

引用文献

- 1) 英 一太, “電気・電子機器の接着設計”, 日刊工業新聞社 (1979).
- 2) 柳原榮一, “接着技術のはなし” 日本実業出版社 p. 141 (1997).
- 3) 佐々木達也, 工業材料, 43(10), 83 (1995).
- 4) 原賀康介, 工業材料, 41(12), 176 (1993).
- 5) 柳原榮一, 日本接着協会誌, 19(11), 497 (1983).
- 6) 柳原榮一, 精密工学会誌, 52(2), 255 (1986).
- 7) 実松徹司, 加藤博之, 日本接着協会誌, 20(7), 300 (1984).
- 8) 日比野哲, 堀江賢一, 荒井佳英, 工業材料, 39(9), 86 (1991).
- 9) 柳原榮一, 接着の技術, 19(3), 61 (1999).
- 10) 原 修, 日本接着学会誌, 30(2), 80 (1994).
- 11) 小林一男, 工業材料, 46(2), 66 (1998).
- 12) 佐々木裕, ポリファイル, 34(3), 44 (1997).
- 13) 田口広一, 接着, 44(8), 362 (2000).
- 14) 高橋 伸, 材料科学, 33(5), 206 (1996).
- 15) 2のP48
- 16) 荒井正俊, 工業材料, 41(12), 124 (1993).
- 17) 信越化学工業(株)技術資料
- 18) 柳原榮一, 接着の技術, 9(2), 36 (1990).
- 19) JIS C 2107
- 20) 柳原榮一, “接着技術の新展開” 工業調査会, p 64 (1985).
- 21) 柳原榮一, 未発表資料
- 22) 柳原榮一, 日本接着協会誌, 17(4), 144 (1981).
- 23) 柳原榮一, 接着の技術, 6(2), 25 (1987).
- 24) 入野哲明, エレクトロニクス実装学会誌, 2(6), 440 (1999).
- 25) 西口隆公, 永池克行, 電子材料, 35(7), 96 (1996).
- 26) 徳光 明, エレクトロニクス実装学会誌, 4(2), 113 (2001).
- 27) 高塚宏一, 川島裕次郎, 電子材料, 26(8), 69 (1987).
- 28) 武田信司, 増子 崇, 湯佐正巳, 宮寺康夫, 日立化成テクニカルレポート, No. 24 P 25 (1995).
- 29) 鈴木 宏, 幸島博起, 河田達男, 市村茂樹, 日立化成テクニカルレポート, No. 19 P 23 (1992).
- 30) 楠原明信, 坂 真澄, 石黒敏寿, 日本接着学会誌 35(4), 153 (1999).
- 31) 榎戸政文, 師岡 功, 電子材料, 39(11), 81 (2000).
- 32) 岡田泰典, 日立化成テクニカルレポート, No. 28 P 7 (1997).
- 33) 馬場文明, 原 宏造, 村上 治, 成形加工, 10(8), 642 (1998).
- 34) 後藤芳和, 精密工学会誌, 64(3), 376 (1998).
- 35) 小南 哲, エレクトロニクスと接着, 有機エレクトロニクス材料研究会編, P 235 (1998).
- 36) 宮崎秀裕, 丸山治久, 電子材料, 35(6), 56 (1996).
- 37) 柳原榮一, 防錆管理, 33(2), 56 (1989).
- 38) 米澤成二, 山本節雄, 福井幸夫, 杉山俊夫, 日立評論, 65(10), 703 (1983).
- 39) 寺本和良, 西川哲也, 原賀康介, 日本接着協会誌 25(11), 512 (1989).
- 40) 角田市良, 電子材料, 27(2), 37 (1988).
- 41) 飯田隆文, 菊地明士, 電子材料, 39(6-別), 51 (2000).
- 42) 小田原修一, 電子材料 39(12), 49 (2000).
- 43) 戸田茂生, 日本接着学会誌, 37(4), 150 (2000).
- 44) 浅田幹夫, 電子材料, 38(12), 45 (1999).
- 45) 村田則夫, 光技術コンタクト, 36(4), 202 (1998).
- 46) 村田則夫, 接着の技術, 19(3), 30 (1999).
- 47) 井内 滋, 電子材料, 36(7), 55 (1997).

日本接着学会誌論文投稿について

当学会ではかねてより皆様の御研究の成果による学術論文を広く御紹介申し上げております。つきましては、最近の接着に関する科学と技術普及の為多数の論文御投稿をお願い申し上げます。当学会では多数の海外の著名な接着研究者に対して学会誌を寄贈致しております。また Chemical Abstract にも抄録されておりますので、本誌に掲載されれば、海外からの反響を期待できます。

1) 切 なし, 随時

2) 投稿規定及び原稿用紙(1冊 500円送料別)はハガキにてお申し出頂ければ折り返し御送付申し上げます。