

9. 反応形接着剤の電気・電子産業での応用

はじめに

電気・電子産業においては、製品の種類が多岐にわたっており、接着の対象となる被着材も既存の材料から多種多様な新素材まで広範囲でその種類もきわめて多い。また、接着が用いられる目的や接着部に要求される機能・特性、接着作業性への要求もさまざまである。このため、電気・電子機器にはありとあらゆる種類の接着剤が使用されているが、使用量はひとつのグレードで数トン/月のものから1kg以下/月のものまでである。電気・電子産業における接着技術の最近の特徴としては、超精密接着加工(部品の微細化、位置・寸法の高精度化、低歪み化など)、超微量塗布、製品機能に直接影響する部位への接着の適用、使用環境の極限化(高温、極低温、真空、耐放射線など)、接着の自動化・高速化、既存製品の素材変更に伴う接合加工法の変更などが挙げられる。このため、接着剤に対しても、接着剤の高機能化、高純度化、ハイブリット化、塗布作業性の改善、低温速硬化化、耐久性の改善など要求特性は極めて厳しく高度化している。

以下に、電気・電子産業における反応性接着剤の最近の応用について、適用例を中心に示す。

9.1 宇宙・通信機器

9.1.1 宇宙用太陽電池

人工衛星には電源として太陽電池が使用される。図9.1は、昭和63年打ち上げ予定のspin方式の通信衛星3号(CS-3)の概観図であり、CFRPハニカムパネル製構体の円筒外周にガリウムヒ素太陽電池セルが3万6600枚接着されている¹⁾。図9.2は、ガリウムヒ素太陽電池セルの構造である²⁾。セルは大きさ2×2cm、厚さ280μmで、セルの受光面には、低エネルギープロトンによる放射線劣化を低減させる目的で、厚さ150μmのカバーガラスが接着されている。図9.3は、太陽電池セルの衛星構体への取り付け構造であり接着剤が使用されている³⁾。宇宙用太陽電池に使用される接着剤には、耐放射線性、耐ヒートサイクル性、低アウトガス性などが要求されており、シリコン系接着剤がもっとも多く使用されている。

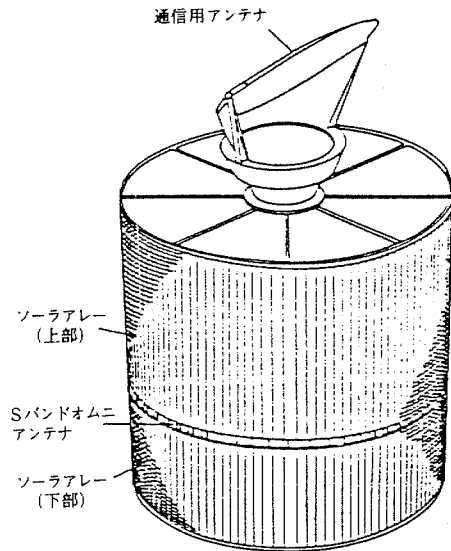


図9.1 通信衛星3号(CS-3)の概観図

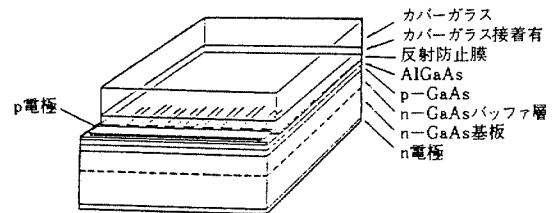


図9.2 宇宙用ガリウムヒ素太陽電池セルの構造

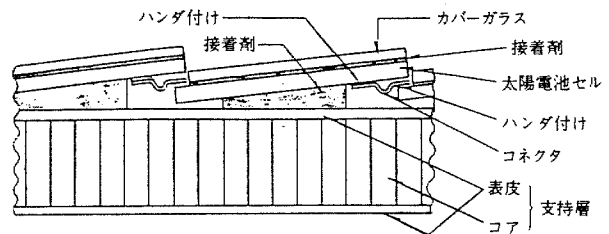


図9.3 太陽電池セルの衛星構体への取り付け構造

9.1.2 大型アンテナ用パネル

ミリ波領域まで観測する高性能なアンテナでは、アンテナの鏡面精度(反射パネル単体で0.10RMS以下)を出すためと、気温の変化(-30~+60℃)に伴う熱変形を押えるために、CFRPとアルミハニカムコアを用いたサンドイッチパネルが採用されており、直径45mの電波望遠鏡などに適用されている⁴⁾。図9.4⁵⁾はパネルの断面図で、パネル一枚の大

きさは約2.5m×1.5mで厚さは100mmである。図9.5はパネルの製造工程である。アルミハニカムコアとCFRPスキンは基材にエポキシ樹脂を含浸させたプリプレグにより接合されている。専用に開発されたプログラム制御により、パネルの変形を極小に抑えまた接着硬化反応を正確にコントロールする高精度オートクレーブにより硬化されている。

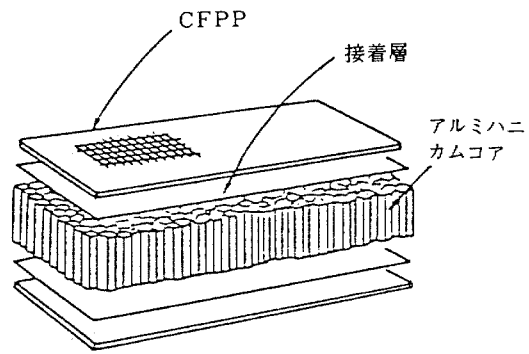


図9.4 アンテナパネルの断面図

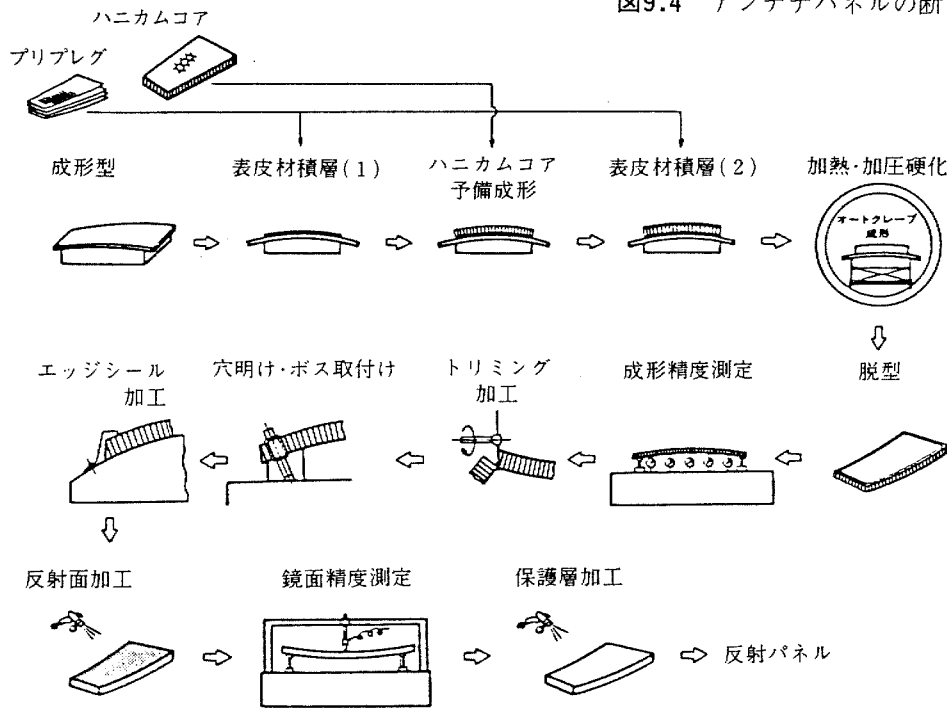


図9.5 CFRP製反射パネルの製造工程

9.2 記録再生・表示機器

9.2.1 磁気ヘッド

磁気ヘッドは磁気テープ、フロッピーディスク、磁気ディスクなどに情報を書き込んだり読み取ったりするものであり、ミクロンオーダーの精度で組み立てられている。図9.6は、フロッピーディスク用磁気ヘッドの外観であり⁶⁾、図9.7、図9.8は、磁気ヘッドの構造である⁷⁾。磁気ヘッドは、その組み立てがほとんど接着剤により行なわれており、超微量塗布が特徴である。R/W コアと消去コアおよび走行ガイドは相互に接着されており、R/W コイル、消去コイル、バックコアも接着されている。また、スライダはジンバルばねに接着固定され、さらに、ジンバルばねはキャリッジに接着される。これらの組み立てには、エポキシ系接着剤、シアノアクリレー

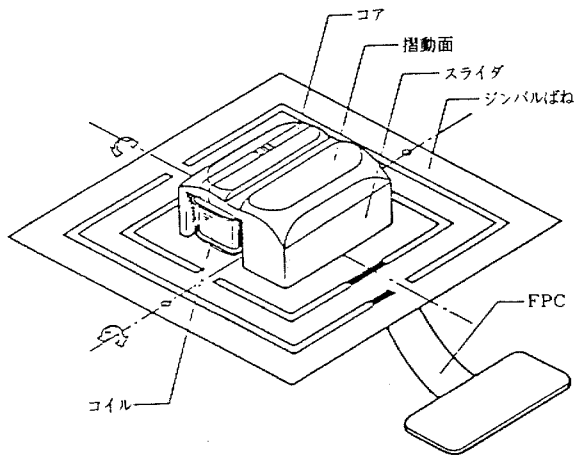


図9.6 フロッピーディスク用磁気ヘッドの外観図

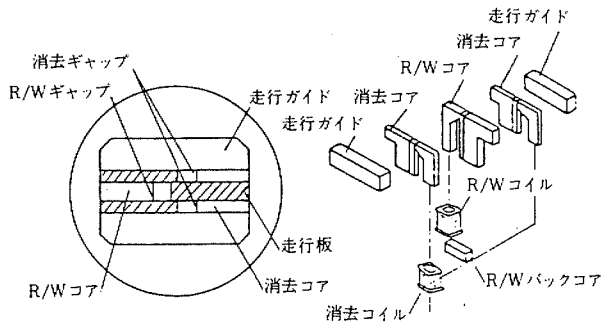


図9.7 ラミネート型磁気ヘッドの構造

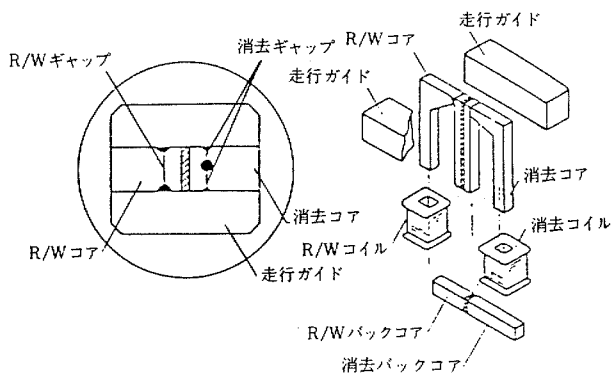


図9.8 バルク型磁気ヘッドの構造

ト系接着剤，紫外線硬化形接着剤（UV 熱硬化併用形，UV 嫌気硬化併用形なども含む），シリコン系接着剤などが使用されている。

9.2.2 光ピックアップ

光ディスクは，デジタルオーディオディスク，ビデオディスク，メモリーディスクとその用途が急速に拡大しているが，光ディスク装置のキーパーツである光ピックアップの組み立てには接着が多用されている。図9.9は，コンパクトディスク用光ピックアップの接着構造の一例である。光ピックアップは，トラックピッチ $1.6\mu\text{m}$ でコンパクトディスクに記録された幅 $0.5\mu\text{m}$ ，長さ $0.9\sim 3.3\mu\text{m}$ ，深さ $0.11\mu\text{m}$ のピットに直径約 $1\mu\text{m}$ のレーザースポットを追従させて信号を読み取るために，きわめて精度の高い接着がなされている。各種のレンズや回折格子，ミラー，プリズムなどの光学部品の接着においては紫外線硬化形接着剤やエポキシ系接着剤が使用されているが，光学歪みを発生させないことが重要であり，硬化収縮応力の小さな接着剤および硬化方法が採用されている。なお，小さな接着面積でも高強度を得るための接着構造設計，接着剤の微量塗布，接

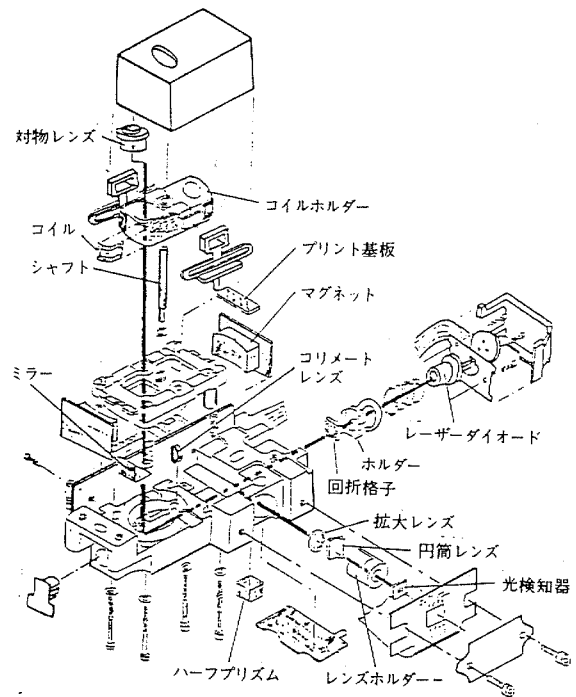


図9.9 コンパクトディスク用光ピックアップの構造

着の自動化・高速化などの技術も重要である。

9.2.3 液晶表示素子

液晶表示素子は電卓，時計などをはじめとして，自動車のメータパネルやワープロ，パソコンなどのディスプレイとしても使用されており，その用途はますます拡大している。図9.10は液晶表示素子の外観図⁸⁾，図9.11は断面図⁹⁾である。液晶を入れるガラスセルは，二枚のガラスの周辺部が液晶の注入口をのぞいて樹脂によりシールされて，ガラス間のギャップが $5\sim 10\mu\text{m}$ になるように構成されている。ギャップのコントロールには樹脂中にアルミナ粒，ガラス粒，プラスチック粒などを添加する方法がとられている。このシール用樹脂には，ガラス基板に対する接着性，耐湿性，液晶との適合性，印刷塗布性などが要求され，エポキシ系樹脂が一般に用いられている。また，上下の電極間をつなぐインターコネクション（内部電極）として銀エポキシ系導電性接着剤が使用されている¹⁰⁾。セルに液晶を注入した後の注入口のシール樹脂には，耐湿性，液晶付着面での接着性，ガラスおよびシール樹脂との接着性，作業性，液晶との適合性などが要求され，エポキシ系樹脂⁹⁾や紫外線硬化形樹脂⁸⁾が用いられている。また，リード線の固定には紫外線硬化形樹脂⁸⁾も用いられている。

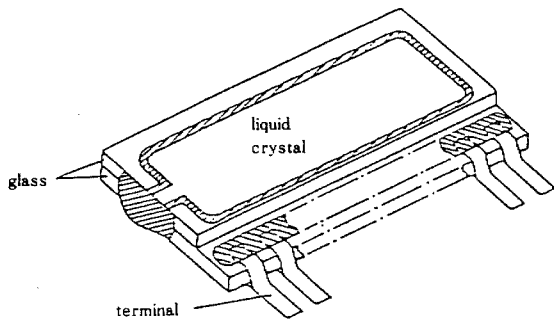


図9.10 液晶表示素子の外観図

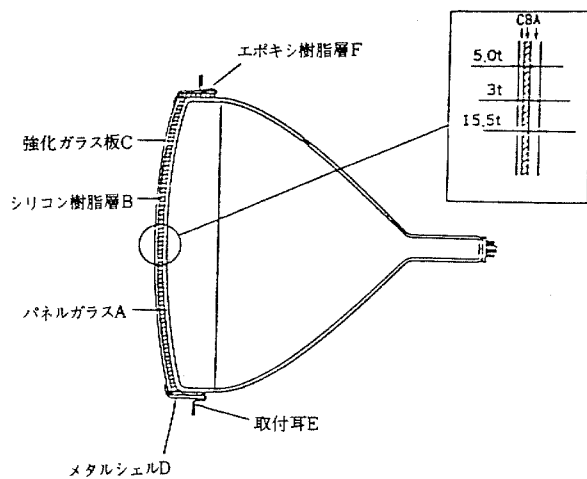


図9.12 大型ブラウン管の防爆構造

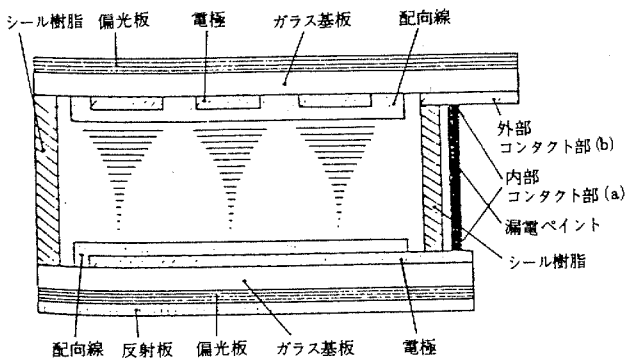


図9.11 液晶表示素子の断面図

9.2.4 大型ブラウン管

ブラウン管は $10^{-6} \sim 10^{-7}$ Torrに排気された真空管であり、ブラウン管には真空と大気圧との圧力差による力が作用している。この力はブラウン管が大型になるにつれて急激に大きくなり、例えば37インチ型では13.4tfもの力が加わっており、28インチ型の約2倍である¹¹⁾。ブラウン管はガラス製であり、外部衝撃等で万が一大型ブラウン管が破壊した場合は非常に危険である。そこで、ブラウン管の爆縮破壊を防止し安全性を確保するために、図9.12に示すように、ブラウン管のフェースプレート前面に強化ガラスを透明な樹脂で接着して補強する(PPG方式)とともに、フェースプレート側壁を金属枠とエポキシ樹脂で強化(シェルボンド方式)する方式がとられている¹²⁾。強化ガラスを接着する樹脂にはガラスと同じ屈折率、低粘度、はく離を起さないための高接着強度、低硬化収縮率、柔軟性などが要求され、シリコン樹脂が使用されていた^{12,13)}が、最近では硬化時間が短く、収縮率が1~2%の紫外線硬化形樹脂が使用されている¹¹⁾。なお、接着用樹脂の漏れ防止のために、高粘度の紫外線硬化形シール樹脂をあらかじめ周囲に塗布して硬化させてから樹脂を注入する方法が採られている¹¹⁾。

9.3 マグネット類の接着

マグネット類は非常に多くの電気機器に使用されており、電気機器の接着技術における重要な分野の一つである。使用時に高温になる産業機械用DCサーボモータや自動車用スタータモータなどでは高温における接着強度の確保と接着剤の硬化収縮応力や熱応力によるマグネットの割れ防止の両立が重要であり、タフネスさを有し、硬化収縮率が小さく、できるだけ低い温度で硬化が可能な1液や2液形エポキシ系接着剤が使用されている。スピーカのマグネット接着においては従来エポキシ系接着剤が主流であったが、最近では変性アクリル系接着剤(SGA)が広く使用されている¹⁴⁾。精密機器におけるマグネット類の接着においては、各種のマグネット材質と接着剤の相性、小面積での接着強度の確保、接着剤層の厚さ管理、接着剤のはみ出し防止、短時間硬化などが重要であり、プライマーを併用した嫌気性構造用接着剤(UV併用硬化形、熱併用硬化形も含む)や変性アクリル系接着剤(SGA)やエポキシ系接着剤が使用されている^{15,16)}。以下に精密機器におけるマグネット類の接着構造のいくつかの例を示す。

9.3.1 フラットモータ

VTRのキャプスタンモータやフロッピーディスク装置のスピンドルモータにはフラットモータが使用されている。図9.13はフロッピーディスク用スピンドルモータの構造¹⁷⁾である。フェライト製のリング状ロータマグネットが鋼板製のロータヨークに接

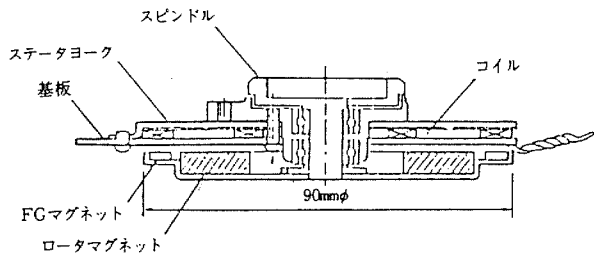


図9.13 フロッピーディスク用スピンドルモータの構造

着されており、また、コアレスコイルがプリント基板に接着されている。

9.3.2 VTRのDDシリンダ

図9.14はハイファイVTRのDDシリンダの回転ドラムの構成図¹⁸⁾である。回転ロータリートランスとフランジ、固定ロータリートランスと固定ドラムが接着されている。ロータリートランスはフェライト製、フランジ、ドラムはアルミ製である。回転ロータリートランスと固定ロータリートランス間のギャップは75 μ mである¹⁸⁾。なお、回転ドラムはDDモータに接続されており、DDモータのロータマグネットはロータヨークに接着されている。

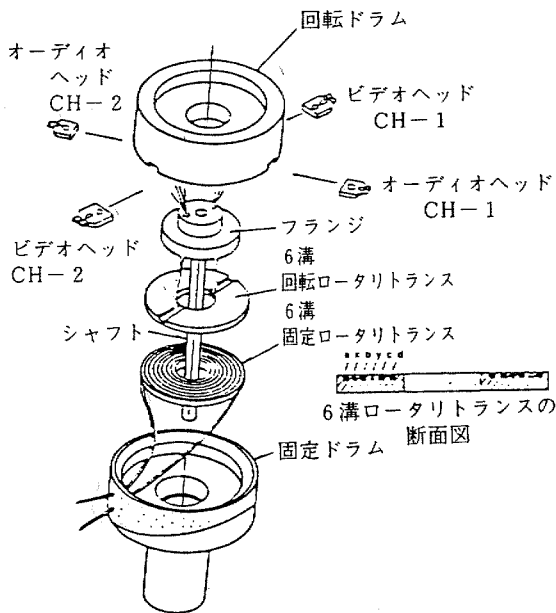


図9.14 ハイファイVTRの回転ドラムの構成図

9.3.3 光ピックアップのアクチュエータ

図9.15はCD用光ピックアップの対物レンズを動かすフォーカシング・トラッキングアクチュエータ¹⁹⁾の一例である。マグネットとヨーク、マグネッ

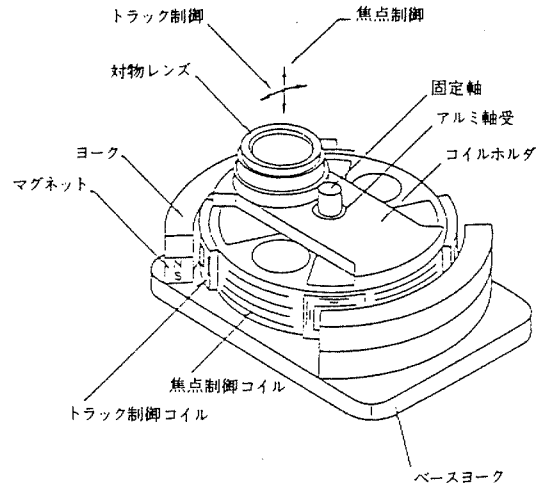


図9.15 CD用光ピックアップのアクチュエータの外観図

トとベースヨークが接着されている。

9.4 板金構造物

9.4.1 エレベータ

エレベータのかご室を構成する壁面パネルおよび扉のパネル(図9.16²⁰⁾)は、構造体として十分な強度と剛性、耐振性、防音性ととも、歪みやスポット溶接痕などが無い高度な平坦度、軽量性などが要求される。このため、パネル裏面に接着により補強材が接合される構造となっている。図9.17²¹⁾はエレベータパネルの構造と製造工程である。二液形変性アクリル系接着剤(SGA)が使用されているが、これは、はく離強度や衝撃強度が高い、振動・疲労に強い、耐環境性に優れている、油面接着性に優れている、二液の混合が不要でしかも室温で短時間で硬化し自動化に適するなどの理由によるものである。

また、エレベータの三方枠は壁面パネルや扉パネ

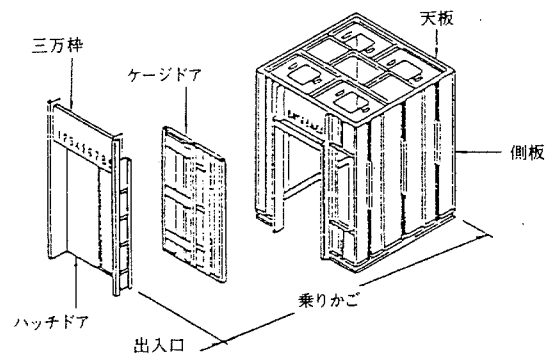


図9.16 エレベータ意匠構造品の概要

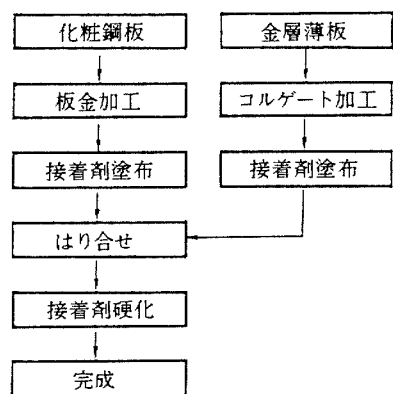
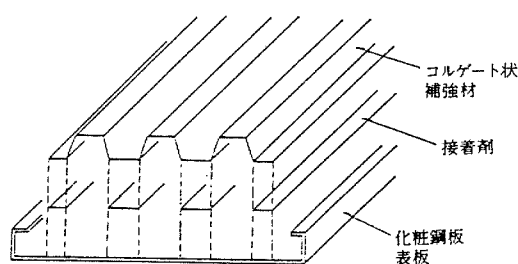


図9.17 エレベータパネルの構造と製造工程

ル以上にきびしい平面度が要求されるものであるが、三方枠においても二液形変性アクリル系接着剤 (SGA) により補強材が接合されている²²⁾。

9.4.2 きょう体類

きょう体類は、電気・電子部品を収納し、外部環境から機器を保護する重要な役割を持つものであり、軽量で剛性が高く、耐振性に優れていることが必要である。きょう体類は、従来から一般に、スポット溶接、熔融溶接、ボルトなどにより組み立てられているが、最近は、接着剤による組み立ても行なわれている。図9.18は接着防水きょう体の組み立て図である²¹⁾。二液形変性アクリル系接着剤 (SGA) が使用されており、接着化により次のような種々の効果が得られている。

- (1) 接合による歪みが発生しない。
- (2) 接合とシールが同時にできる。
- (3) 接合部の応力集中が少なく、振動に強い。
- (4) 剛性が高い。
- (5) 薄板化が図れ軽量化できる。
- (6) 接合部が平滑で意匠性に優れる。

以上、電気・電子産業における反応性接着剤の最近の応用について、いくつかの適用例を示したが、この他にも非常に多くの適用がなされており、電気・電子機器における接着の総説^{23,24)}やダイボン

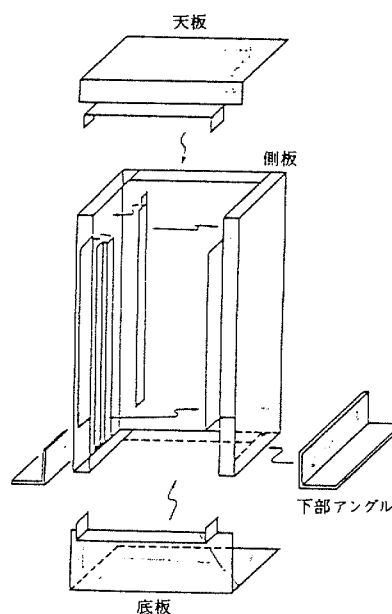


図9.18 接着防水きょう体の組み立て図

ディング用接着剤²⁵⁾、半導体封止材^{26,27)}、チップマウントシステム²⁸⁾、光ファイバー通信における接着²⁹⁾についての解説も示されているので参考にされたい。(原賀 康介)

参考文献

- 1) 高比良昭ほか、三菱電機技報, 61 (3), 15 (1987).
- 2) 山上倅三ほか、三菱電機技報, 61 (3), 50 (1987).
- 3) 日経メカニカル, 1986年1月13日号 P. 61.
- 4) 田嶋尚志ほか、三菱電機技報, 56 (7), 31 (1982).
- 5) 樋口嘉一、強化プラスチック, 31 (10), 512 (1985).
- 6) 日浦弘美、National Technical Report, 31 (2), 4 (1985).
- 7) 大庭荘司ほか、National Technical Report, 30 (3), 74 (1984).
- 8) 米野正博、接着, 31 (3), 8 (1987).
- 9) 久光伸二ほか、National Technical Report, 28 (1), 16 (1982).
- 10) 米山元昭ほか、工業材料, 31 (11), 101 (1983).
- 11) 日経メカニカル, 1986年11月3日号 P. 87.
- 12) 杉本孝之ほか、三菱電機技報, 59 (3), 19 (1985).
- 13) 電波新聞, 1985年12月17日.
- 14) “高性能構造用接着材料の開発に関する調査研究報告書”, 大阪科学技術センター, P. 116 (1985).
- 15) 余田 亨、工業材料, 31 (4), 56 (1983).
- 16) 北村文男、自動化技術, 16 (12), 69 (1984).

- 17) 打田良平ほか, 三菱電機技報, 57(5), 59(1983).
18) 丹羽喜一ほか, 三菱電機技報, 58(9), 19(1984).
19) 河野慶三ほか, 三菱電機技報, 60(3), 25(1986).
20) 藤井禎三ほか, 日立評論, 67(9), 13(1985).
21) 原賀康介ほか, 三菱電機技報, 55(3), 58(1981).
22) 原賀康介ほか, 電気学会雑誌, 101(11), 51(1981).
23) 前田勝啓, 日本接着協会誌, 19(10), 25(1983).
24) 柳原栄一, 精密工学会誌, 52(2), 55(1986).
25) 加藤俊博, 電子材料, 19(7), 27(1980).
26) 鈴木 宏ほか, 日本接着協会誌, 21(11), 19(1985).
27) 日経ニューマテリアル, 1987年3月30日号 P. 25
28) 一天満谷英二, National Technical Report, 29(4), 552(1983).
29) 山川進三ほか, 工業材料, 33(2), 31(1985).

