



デバイス・パッケージ基板に係る技術と用いられた標準

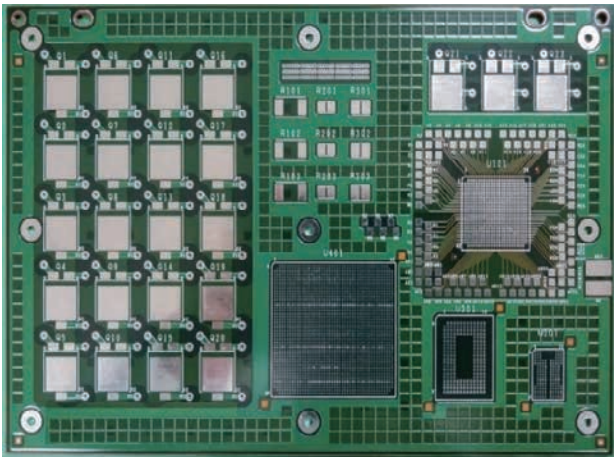
OKIサーキットテクノロジー株式会社 技術本部 本部長 **とよくら 豊倉 やすお 康夫**

1. はじめに

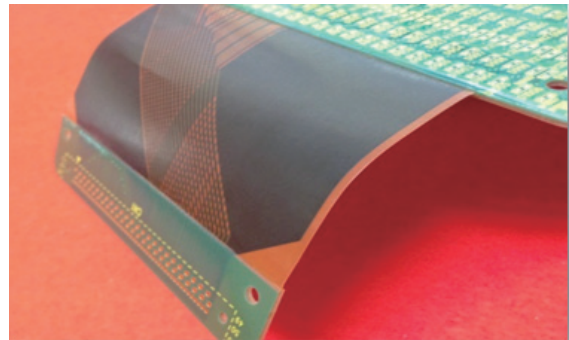
OKIサーキットテクノロジー株式会社（以下、OTC）は、40年以上にわたりプリント配線基板（以下、PWB）の設計/生産を行っており、2001年にJAXA（当時NASDA）の認定を取得したところから宇宙開発に関わる多種多様な製

品を提供してきた（図1）。

現在までその認定はPWBの種類ごとに7種が制定され、そのすべての認定を当社は取得している。（表1参照）ここでは、それら宇宙機器に適用されているPWBの認定ごとの目的について紹介し、標準化することの意味について提言する。



リジッド構造



フレックスリジッド構造

■ 図1. プリント配線板

■ 表1.

共通仕様書	付則	個別仕様書	適用データシート
JAXA-QTS-2140 宇宙開発用信頼性保証 プリント配線板 共通仕様書	付則A	JAXA-QTS-2140/A308 ガラス布基材ポリイミド又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板	JAXA-ADS-2140/A308
	付則B	JAXA-QTS-2140/B301 ファインピッチ用ガラス布基材ポリイミド又はエポキシ樹脂絶縁プリント配線板	JAXA-ADS-2140/B301
	付則C	OTC認定取得無し ガラス布基材エポキシ樹脂絶縁ディスクリットワイヤ配線板	OTC認定取得無し
	付則D	JAXA-QTS-2140/D304 ポリイミドフィルム絶縁フレキシブルプリント配線板	JAXA-ADS-2140/D304
	付則E	JAXA-QTS-2140/E303 フレックスリジッドプリント配線板	JAXA-ADS-2140/E303
	付則F	JAXA-QTS-2140/F305 CIC入り低膨張ガラス布基材ポリイミド樹脂絶縁プリント配線板	JAXA-ADS-2140/F305
	付則G	JAXA-QTS-2140/G306 エリアレイパッケージ設計対応プリント配線板	JAXA-ADS-2140/G306
	付則H	JAXA-QTS-2140/H307 高速信号対応プリント配線板	JAXA-ADS-2140/H307

2. PWBの認定とは

宇宙空間で使用されるPWBには、各種宇宙機器が運用時にさらされる様々な環境条件に対しての耐性が要求される。例えば、太陽から見た地球の裏側（夜）と表側（昼）に衛星が位置したときに掛かる温度差（ $-30\sim+125$ （ $\Delta 155^{\circ}\text{C}$ ））、地上では100cy \sim 300cy（cycle：サイクル）レベルの要求に対し、宇宙では規格上1000cyが必須となる。宇宙空間で暴露される放射線に対する耐性 γ 線（コバルト60）を10kGy/hで1h照射後、ミーズリング（絶縁板内の白点）、デラミネーション（層間剥離）、ウィープテクスチャ（ガラス繊維の露出）などの欠陥が無いこと、更に真空中で自身から発生するアウトガスをASTM595によって試験を実施し、質量損失比（TML）及び再凝縮物質質量比（CVCM）を測定している。判定はNASA推奨値（TML：1%以下、CVCM：0.1%以下）等々、地上環境では想像できない環境耐性が要求される。

3. 標準化・規格化する目的

一概に宇宙用PWBと言っても、目的に応じて多種多様な

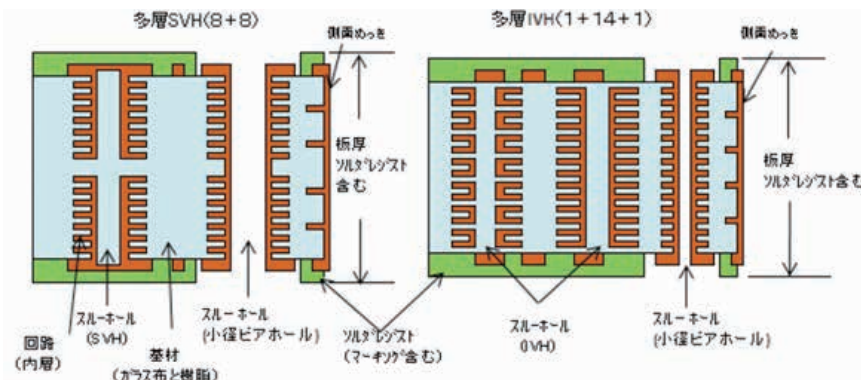
材料や構造が必要となり、表1でも示したように、それらは現時点で7種に区分されている。それらを標準化すると同時に設計基準を定め規格化し、評価試験を経て宇宙環境下での信頼性を確保している。また、PWBの製造において、材料保証や製造プロセス管理は定期的な第三者審査を経て継続的に維持され、製品の安定供給を可能としている。

また、求められるPWBの材料特性（誘電特性、耐熱性等）は常に進化しており、更にその構造は機器の目的に応じて難易度を増しているが、それぞれが一定の評価・試験を経て規格・標準化していくことで性能の向上・安定化と信頼性の維持を担保している。

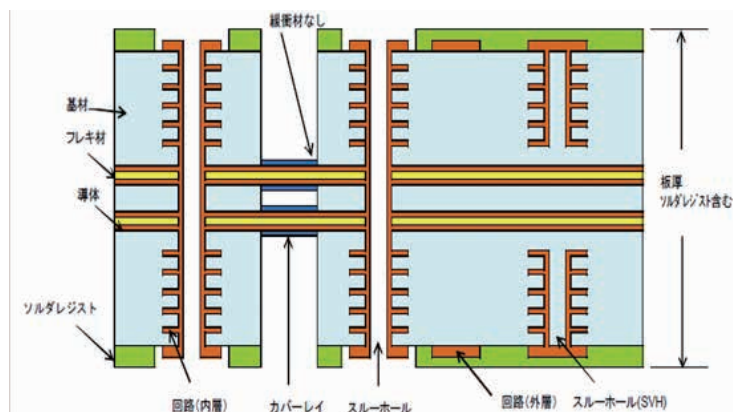
4. SLIMに使用されたPWB （認定種と代表構造を示す）

SLIMには、前出（表1）の、付則BやEが使用されていることを認知しているが、衛星のどの部位に使用されているかは都合上詳しく記すことはできないため、一般的な構造について以下に紹介する。

図2の付則Bは一般的な多層PWBの構造を有し、非常に



■ 図2. 付則B構造図



■ 図3. 付則E構造図



広く宇宙機器に採用されている。また図3の付則Eは複数のリジッド基板をフレキシブルケーブルでつなぎ合わせたもので、実装時にケーブルASSYを省くことができ、更に器材の形状に合わせて自由に折り曲げて組み込むことが可能となることが特徴となる。いずれの場合でも所定の電子回路としての役割を果たすとともに、宇宙機器の限られたスペースを有効に使うために適用されている。

5. 各規格で適用されている材料特性について

PWBの電氣的・物理的な要求はそれに使われる材料の特性に依存する部分が多い。

各規格で適用されている材料特性を表2に記す。

例として、付則Hでは高周波対応を目的とした低誘電材が標準/規格化されている。

6. 今後の展開

大容量のデータ処理や通信を担う将来衛星には、民生の最新の高性能部品や処理能力の高い電子部品の積極的な採用が重要となる。しかし、これらの民生部品は水冷や空冷を前提としているため、そのまま宇宙機に実装すれば排熱が不十分となり、熱暴走による故障を引き起こすため、発熱を抑制する目的で機能を制限して使用されている。今後、真空の宇宙空間において所定の温度範囲内で動作させるために、電子部品を実装したプリント基板の熱伝導性を向上させ、基板内への熱拡散を促進、基板を介してのシャーシー等への高放熱が求められる。

当社では、新たな構造の提案をJAXAへ行い「付則J」の認定取得を進めている。

■表2.

適用付則	A,B	G	A,B,E,F,G	H
項目	GF		GI	IPC-4101/102
樹脂	エポキシ	エポキシ	変性ポリイミド	PPE
フィラー	無し	有り	無し	有り
ガラス転移点(Tg)	140°C (TMA)	220°C (TMA)	210~213°C (TMA)	185°C (DSC)
熱膨張率	X,Y	11~15ppm/°C	14ppm/°C	12~16ppm/°C
	Z	65ppm/°C	40ppm/°C	50~80ppm/°C
比誘電率(1GHz)	4.3	4.3	4.2~4.3	3.7
誘電正接(1GHz)	0.016	0.011	0.0110~0.0130	0.0020