電子機器実装の将来動向 —アンケートに見る電子機器実装の未来像

高橋 邦明*

The Future Trend and Requests from Advanced Electronic Products to Packaging Technologies

Kuniaki TAKAHASHI*

*株式会社東芝デジタルメディア機器社青梅工場実装技術部 (〒198-8710 東京都青梅市末広町2-9)

*Packaging Technology Dept., Ome Operations, Digital Media Equipment & Services Company, Toshiba Corporation (2-9 Suehiro-cho, Ome-shi, Tokyo 198-8710)

1. はじめに

日本電子機械工業会・電子システム実装委員会では、実装技術を回路設計から電子部品（半導体、受動部品、プリント配線板）、実装設備関連技術分野にわたる実装システムとしてとらえ、実装技術業界としての共通目標を掲げて技術開発を行う必要があると感じて、1997年に「日本実装技術ロードマップ協議会」を設立した。

工業会の立場から比較の実用的な観点での技術の将来動向を明らかにするため、電子機器セットメーカーへアンケート調査を実施し、電子機器セットの将来動向をまとめた。

アンケート調査結果では、ハイエンドなコンピュータ領域としてメインフレームコンピュータ、サーバコンピュータがあるが製造するメーカーが少なく、数量も少量のため、ここでの紹介は行わない。また、デスクトップPCについては、日本国外で製造している事例が多いため、ここでの紹介は行わない。これらの製品に対して興味がある方は「1999年日本実装技術ロードマップ」¹⁾本文を参照いただきたい。

2. 電子機器の小型軽量化の動向

ここで紹介するのは、ノートPC、ハンドヘルドPC、PDA、携帯電話、AV機器である。これらの機器セットに対して、1998年時点の現状認識と2000年、2005年、2010年時点の製品仕様を予測した。ここでは機器セットに共通的な軽薄短小化の動向がわかる、製品形態、外形サイズ、製品重量を見てみることにする。

その他の製品仕様や性能に関しては機器セット個別の要求があり、詳細は「1999年日本実装技術ロードマップ」を参照いただきたい。

2.1 パーソナルコンピュータとPDA

パーソナルコンピュータの小型化を見るとデスクトップPCからノートブックPC、サブノートPC、ハンドヘルドPCへと小型化が進んでいる（図1）。

また、電子手帳の機能・性能向上によるPDAがパームトップPCやウェアラブルPCへと進化していく。2010年時点でのこれらさまざまなコンピュータのそれぞれの数量比

図1. 携帯情報機器のロードマップ

率は現時点では不明であるが、デスクトップPCやノートPCがなくなることではなく、製品形態としては2010年においても残っていくことを予測する。

2.2 ノートブックPC

(1) 製品形態

現在、B5～A4サイズが存在するが、今後も同様の形態が継承される。

(2) 外形サイズ、製品重量 (図2, 3)

画面、キーボードは使いやすさと携帯性がトレードオフとなるのでB5～A4の各サイズは用途に応じそれぞれ今後も継承される。各サイズとも薄形化は年々進行し、薄形化に伴い軽量化も進展する。2010年には、厚み、重量とも現在の50%以下となると予測される。

2.3 ハンドヘルドPC

(1) 製品形態

2000年までは、今の製品コンセプトである、ミニノートPCあるいは、ハンドヘルドPCという製品形態が継承されるが、2000年以降は、他の機器セットとの融合（PDA、携帯電話等との融合・複合製品である情報家電）が進み、さまざまな商品形態が生まれる可能性がある。

(2) 外形サイズ、製品重量 (図4, 5)

基本的には現在のA5サイズがしばらく主流となる傾向である。しかし、薄形化は年々進行し、2005年に現在の70%以下、2010年には現在の50%以下になることを予想している。また、薄形化とともに、より軽量化することを目指しており、2005年に現在の50%である450g程度にし、2010年には現在の30%である150g～300g程度になることを想定している。

2.4 PDA

(1) 製品形態 (図6)

手帳機能（住所録・スケジュール・メモ帳）の電子化という電子手帳の思想を継承したものが携帯情報端末である。ゆえにその基本コンセプトは携帯できるコンピュータである。現時点ではパーソナルコンピュータほどの機能は必要とはされていないが、個人情報を持ち歩き編集するという機能が要求されている。小型のノートブックPCやハンドヘルドPCの登場により、それら以上の小型化が必要となってきた。

一方では携帯電話やセンサ（GPSなど）との複合化が進み、その形態はカバンで運ぶというコンセプトから、身につける（すなわちウェアラブル）というコンセプトへ移行しつつある。2010年には現在のパームトップ型からカード型やリストタイプなどの超小型形状への変化が実現すると予想される。

(2) 製品重量 (図7)

形状の変化、すなわち携帯方法の変化となるような製品群なので、それに対する重量の要求はおのずと異なる。リストタイプであればやはり150gは切る必要があるし、カ

図2. ノートブックPCの製品厚み

図3. ノートブックPCの製品重量

図4. ハンドヘルドPCの製品厚み

図5. ハンドヘルドPCの製品重量

図6. PDAの製品体積

図7. PDAの製品重量

ード型であれば50gあると重く感じる、という理由で形状の小型化と共に軽量化も進み、2010年には現在の半以下になる。

筐体の軽量素材使用、電池の軽量化や省電力も検討されているが、製品基板自体が小型化しなければ根本的な解決にはならない。そのために部品の小型化と同時に数量の減少、(PWBを含む) デバイスの複合化による実装面積や部品の低背化が重要になる。

2.5 携帯電話

(1) 製品形態

今後、携帯電話は大きく2つの方向に進化していくと考えられる。ほぼ現在の形状を維持しながらマルチメディア化に対応していく方向と、ウェアラブルが可能な超小型(腕時計型など)化やパーソナルコンピュータや各種AV機器などとの複合化していく方向である。前者の場合、小型化が求められる反面、ユーザインタフェースとしての液晶表示画面は大きく、より高度な表示機能(モノクロ階調・カラー化)が要求され、2010年には240ドット×240ドット程度になることが予想される。

(2) 製品重量・体積 (図8, 9, 10)

当面の形状動向として薄形化が進み、それに伴い重量・体積ともに軽量化・縮小化していく。2005年には50g/50ccを切る製品が登場すると予想される。

また前述の超小型化を目指し、一層の小型化・軽量化の進展が予想される2010年には、体積の縮小化が進み30g/20ccを切る製品も現れてくると予想される。

2.6 AV機器

(1) 製品形態の動向

製品ロードマップとして、具体例を図式化して図11に示す。2000年に手の中サイズ、2005年にポケットサイズ、さらに2010年の製品サイズ目標は、デジタルカムコーダ、デジタルカメラともカードサイズであった。カードサイズを実現するためには、デジタルビデオカメラに採用されているテープなどの記録媒体の変化が予想されるが、今回のアンケート調査では、具体的な方向性の報告はなかった。

(2) 製品重量の動向 (図12, 13)

現在の製品本体の重量はデジタルカムコーダは500gで、デジタルカメラは350gである。携帯性をさらに高める必

図8. 携帯電話の小型軽量化のトレンド

図9. 携帯電話の重量推移

図10. 携帯電話の商品重量動向

図11. デジタルカムコーダ、デジタルカメラ製品サイズの動向

図12. AV機器の製品体積動向

図13. AV機器の製品重量動向

要性から、2010年には現在の半分の重量を見込んでおり、デジタルカムコーダは250g、デジタルカメラは170gの予想となっている。

製品形態で説明した2010年の製品目標サイズであるカードサイズは、2010年の予想重量が150gであり、一般に50g以下と考えられるカードサイズを満足できない。この予想値は、記録媒体が現在のままで推移した場合の重量を示しているものと推測できる。

3. 電子機器が要求する実装仕様の動向

製品が要求する実装仕様として、ここでは半導体パッケージ、C・R部品（チップ積層磁器コンデンサ、チップ角型抵抗器）、プリント配線板をとり上げる。

3.1 量産で使われる“主流”のLSIパッケージ形態(表1)

数量が多く、コストオリエンテッドな量産で使われる主流のLSIパッケージへの要求として、現在はQFPが主であるが、2000年ではBGAになり、2005年にはCSP、FBGAへと小型化が進み、2010年にはフリップチップ（バンパ付きベアチップ）、ベアチップがハンドヘルドPCとPDAでは主流となる。またその他の機器においてもMCMを要求しており、ベアチップの流通、普及への期待がある。

3.2 量産で使われる“先端”のLSIパッケージ形態(表2)

革新的な機器セットを実現するための先端のLSIパッケージへの要求として、現在はFBGA（0.8mmピッチ）、CSPが主であるが、2000年では0.5mmピッチのFBGA、CSPになり、2005年にはFBGAと共にベアチップ実装要求

表1. 量産で使われる“主流”のLSIパッケージ形態

製品 \ 年	1998年	2000年	2005年	2010年
ノートPC	BGA・QFP TQFP TSOP・CSP	BGA・CSP QFP・TQFP TSOP	CSP・BGA QFP・TQFP TSOP・FC	CSP・BGA QFP・TSOP FC
ハンドヘルドPC	TQFP・BGA	BGA・CSP TQFP	CSP・FC MCM・TQFP	FC・MCM CSP・TQFP
PDA	QFP・TQFP	FBGA(0.8) TQFP	FBGA(0.8) TQFP	ベアチップ FBGA(0.8)
携帯電話	BGA	CSP・BGA	CSP・BGA MCM	CSP・MCM
AV機器	QFP・TQFP FBGA(0.8) FBGA(0.5)	FBGA(0.8) FBGA(0.5) TQFP・QFP	FBGA(0.5) BGA TQFP・QFP	FBGA(0.5) BGA・MCM TQFP

表2. 量産で使われる“先端”のLSIパッケージ形態

製品 \ 年	1998年	2000年	2005年	2010年
ノートPC	TCP(0.25) BGA(1.27) BGA(1.0) ベアチップ CSP(0.8)	CSP (0.75~0.8) ベアチップ FBGA(0.8)	CSP(0.5) ベアチップ FBGA(0.5)	CSP(0.5) ベアチップ FBGA(0.5) C4FC(0.1) マイクロCSP
ハンドヘルドPC	FBGA(0.8)	FBGA (0.5~0.75)	CSP(0.5) ベアチップ	C4FC(0.5) ベアチップ
PDA	FBGA(0.8) FBGA(0.5)	FBGA(0.5)	FBGA(0.5) ベアチップ	FBGA(0.3) ベアチップ
携帯電話	CSP	CSP	ベアチップ	ベアチップ
AV機器	FBGA (0.5~0.8)	FBGA (0.5~0.8)	FBGA (0.4~0.5) MCM WLP(0.3)	FBGA (0.3~0.5) MCM

が強くなり、2010年には、フリップチップ、ベアチップ、MCM、マイクロCSPなどがすべての機器セットから要求されており、半導体メーカーへのベアチップインフラの整備と普及を強く求めている。

3.3 量産で使われる“主流”のC・R部品サイズ(図14)

量産で使われる主流のC・R部品サイズへの要求は、AV機器の小型化要求が強く、2000年に0603サイズを要求している。他の機器セットも2005年には0603を要求し、さらに2010年にはPDAとAV機器が0402サイズを要求している。その他の機器セットでは0603までの要求である。

3.4 量産で使われる“先端”のC・R部品サイズ(図15)

量産で使われる先端のC・R部品サイズへの要求は、AV機器の小型化要求が非常に強く、現在でも0603サイズを使い出しており、2000年にはPDAや携帯電話も0603サイズを要求する。2005年にはPDA、携帯電話とAV機器が0402サイズを要求している。

図14. 量産で使われる“主流”のC・R部品サイズ

図15. 量産で使われる“先端”のC・R部品サイズ

3.5 量産で使われる“主流”のプリント配線板、最小ライン幅/スペース(表3)

量産で使われる主流のプリント配線板(メイン基板)、最小ライン数/スペースは現在、L/S=100/100(μm)から2000年にL/S=75/75(μm)程度を要求し、2005年にはL/S=50/50(μm)、2010年にはL/S=30/30(μm)程度を要求している。

3.6 量産で使われる“先端”のプリント配線板、最小ライン幅/スペース(表4)

量産で使われる先端のプリント配線板(MCM基板など)、最小ライン幅/スペースは現在L/S=75/75(μm)から2000年にL/S=50/50(μm)、2005年にL/S=30/30(μm)、2010年にはL/S=15/15(μm)、程度を要求している。L/S=15/15(μm)を達成するとき使用する基材は、機器セットの薄形化要求から、フィルム基材を想定している。

4. 環境対策

4.1 鉛フリーはんだ採用時期と比率(表5)

鉛フリーはんだの採用時期と比率は、早いメーカーでは2000年に100%対応するメーカーもあるが、ほとんどの機器セットで2005年に40~100%であり、2005年を鉛フリーはんだへの切り換えターゲット時期にしている。

表5. 鉛フリーはんだ採用時期と比率

製品	年			
	1998年	2000年	2005年	2010年
ノートPC	0	10~100	70~100	100
ハンドヘルドPC	0	50~100	100	100
PDA	0	0	70	100
携帯電話	0	20	80	100
AV機器	0	0~60	40~100	100

表3. 量産で使われる“主流”のプリント配線板、最小ライン幅/スペース

製品	年			
	1998年	2000年	2005年	2010年
ノートPC	100/100~100/150	75/75~100/125	50/50~100/70	40/40~100/70
ハンドヘルドPC	100/100~100/150	80/80~100/150	30/30~100/100	15/15~100/100
PDA	70/75~125/125	70/70~125/125	50/50~100/100	30/30~75/75
携帯電話	100/100	100/100	50/50	10/10
AV機器	100/100~125/125	75/100~100/100	60/70~100/100	50/50~75/75

表4. 量産で使われる“先端”のプリント配線板、最小ライン幅/スペース

製品	年			
	1998年	2000年	2005年	2010年
ノートPC	50/50~100/100	50/50~100/70	30/30~70/70	15/15~70/70
ハンドヘルドPC	100/100	75/75~80/80	30/30~50/50	15/15~25/25
PDA	70/70~100/100	50/50~100/100	50/50~75/75	30/30~50/50
携帯電話	75/75	75/75	50/50	10/10
AV機器	75/75~100/100	60/75~100/100	50/50~75/75	25/25~50/50

表6. 樹脂・難燃剤のハロゲン・アンチモンフリー採用時期と比率 (%)

製品	年	1998年	2000年	2005年	2010年
ノートPC		0	0~20	100	100
ハンドヘルドPC		0	50~100	100	100
PDA		0	20	100	100
携帯電話		0	0~20	100	100
AV機器		0	0~20	100	100

4.2 樹脂・難燃剤のハロゲン・アンチモンフリー採用時期と比率 (表6)

半導体パッケージ、電子部品、プリント配線板などに使用されている樹脂・難燃剤のハロゲン・アンチモンフリー化は、すべての機器セットが2005年に100%対応することを要求している。 (1999.12.20-受理 2000.1.21-再受理)

文 献

- 1) “1999年日本実装技術ロードマップ”, 日本電子機械工業会, 1999年 8 月

用語解説

PDA: Personal Digital Assistants

携帯型情報通信機器または携帯情報端末。キーボードを持たず、ペン入力方式が一般的。

ウェアラブルPC: 服を着るように、身体に装着して使用するPC。ディスプレイをメガネのフレームやヘッドセットに装着し、入力装置は片手に持ってボタンを押すタイプや音声入力を使用する。また、本体は胸のポケットやウエストポーチに入れておくなどして身に着ける。

パームトップPC: 手の平に収まるサイズのPC

BGA: Ball Grid Array

パッケージ裏面に球形のはんだをアレイ状に並べ、リードの代わりにする。1.27mmピッチ以上のボール間隔が一般的。

FBGA: Fine-pitch Ball Grid Array

バンプ間隔0.8mmピッチ以下のBGA。

QFP: Quad Flat Package

パッケージの4側面すべてにリードを配している平面パッケージ。

TQFP: Thin QFP

実装時の高さが1.27mm以下の薄形QFP。

TCP: Tape Carrier Package

リード配線を形成したテープ状の絶縁フィルムにLSIベアチップを搭載し、リードと接続したパッケージ。

TSOP: Thin Small Out-line Package

実装時の高さが1.27mm以下、ピン・ピッチが1.27mm以下の薄形SOP。

CSP: Chip Size (Scale) Package

ベアチップとほぼ同じ大きさにまで小型化した表面実装型パッケージ。すでに規格化されている、ボールピッチが0.5mm以上のパッケージ。

マイクロCSP: まだ規格化されていない、ボールバンプピッチが0.5mm未満のパッケージ。

FC: Flip Chip

ベアチップ実装工法の1つであるが、表中の「ベアチップ」との使い分けは、バンプ付きベアチップを「FC」としている。また同様に何らかの品質保証 (KGD/KTD) されたベアチップを「FC」とも言う場合がある。

C4FC: C4は元来IBMが発明した工法。Controlled Collapse Chip Connection 4つのCが語源とされる。高融点のはんだを用いたFC工法。

MCM: Multi Chip Module

ベアチップを含む多数の部品を複合化し1つの基板上に構成したもの。それ自身が1つの部品となっている。SiP (System in a Package)と同じ意味。チップを複合化したハイブリッドICとは違う。

ベアチップ: 回路が形成された半導体シリコンウエハより切り出されたままの、ベア (裸) の状態のチップ。一般的には品質保証されない。

WLP: Wafer Level Package

CSPの1つ。ウエハ形態のままCSPパッケージにしていくものを示唆するが、現時点では、まだ定義を含めて規格化されていない。

高橋 邦明 (たかはし くにあき)

昭和32年生まれ。昭和55年、東海大学工学部精密機械工学科卒業。現在、株式会社東芝デジタルメディア機器社青梅工場実装技術部にいて、パソコン用プリント板実装の要素技術開発に従事。