液晶ディスプレイにおける ドライバLSI実装技術

Driver LSI Mounting Technology for LCD Panel

千川 保憲*

1. はじめに

今日、液晶ディスプレイはノートPCをはじめとし、ビデオカムコーダ、PDA、カーナビゲーションシステムなどの民生機器や大型モニター用として広く使用されて来ている。特にノートPCは液晶ディスプレイの最も大きな市場であり、技術的な分野においてもリーディングデバイスとなっている。

大画面化に伴いより多くの情報を表示するための高精細化技術、限られたスペースにより大きな表示面積を実現するための狭額縁化技術、さらにこれらを低価格、薄型・軽量化する技術は大変重要な役割を担っている。

ここでは、これら市場要求に応える液晶ディスプレイ

を実現する液晶ドライバLSI実装技術について述べる。

2. ドライバLSIの実装形態¹⁾

ドライバLSIの実装形態には、主なものにCOB (Chip On Board), COG (Chip On Glass), TCP (Tape Carrier Package) があり、Fig.1に示す。

特にTCPは、その特徴が下記に示すように液晶パネル実装に求められるパッケージ特性とうまく合致しているため広く使われている。

- ・軽薄短小のパッケージであり、液晶パネルモジュールを軽く、薄くできる。
- ・パネルモジュールの機構設計に対応して自由にパッケージ形状を設計できる。

PACKAGE	TCP	COG	COB
STRUCTURE			
FRAME SIZE	SMALL	SMALL	LARGE
WEIGHT	LIGHT	LIGHT	HEAVY
THICKNESS	SMALL	SMALL	SMALL
PACKAGE REPAIR	EASY	DIFFICULT	VERY DIFFICULT
CONNECTION PITCH	~0.05mm	~0.05mm	~0.20mm

Fig.1 Mounting methods of LCD driver packages.

* Yasunori Chikawa

シャープ㈱IC天理事業本部 超LSI開発研究所/VLSI Development Laboratories, Tenri IC Group, SHARP Corporation

Fig. 2 TCP in LCD module.

Fig. 3 COG in LCD module.

- ・液晶パネルを駆動する機能と、液晶パネルとプリント基板を接続する機能を併せ持っている。
- ・パネルの高精細化に対応した $100\mu\text{m}$ 以下の微細接続端子の形成が容易である。
- ・LSIのパッドピッチ微細化に対応でき、多出力化が容易である。

TCPの実装形態にはFig. 2に示すフラットタイプとベンドタイプがあり、それぞれUST (Ultra Slim TCP), フレックスTCPと呼ばれる特徴的なパッケージ形状を有したものが実装されている。また、昨年後半から中小型パネルを中心にCOG実装が本格化している。その実装形態をFig. 3に示す。

3. TCPによるドライバLSI実装技術

ノートPCのように限られた外形の中に大画面の液晶

ディスプレイを実現する狭額縁化技術として、TCPではUSTとフレックスTCPの2つの技術が開発されている。また、両方の技術に共通して液晶ディスプレイの高精細化に対応する多出力・ファインピッチ化技術がある。以下にこれら技術開発の内容を述べる。

3. 1 UST²⁾

USTドライバの明確な定義はないが、TCPの打抜き幅が約8mmのスリムなTCPがSST (Super Slim TCP) と呼ばれており、SSTよりさらにスリムなパッケージとしてUST (Ultra Slim TCP) が位置付けられる。

具体的には、フラット実装でA4ノートPCに収まり11.3型カラーSTNパネルを実現できる幅5.5mm、長さ20mm程度のパッケージサイズになっている。SSTの開発では、LSI形状は(丸いウエハから最も収率が高い)正方形から極細の棒状チップに変化しているが、UST形状にするには、さらにLSIを細く、スリムにする必要がある。ところが、ドライバの回路機能、LSIプロセスの制約からスリム化にも限界があるので、Fig. 4に示すような内パッド方式と呼ばれる新しいパッケージ構造をとったUSTが開発されている。

内パッド方式になるとLSIチップ上にテープ基材が配置されるので、チップ表面とテープ基材の隙間に樹脂を充填することが難しくなる。樹脂の注入はチップ表面側

(a) Conventional TCP using ultra-slim chip

(b) New TCP structure using the inside pad location

Fig. 4 UST package construction.

Resin viscosity	Resin volume	Curing condition	Preheating
Low	Small	A	Yes
Low	Medium	B	Yes
Low	Large	C	No
Medium	Small	B	No
Medium	Medium	C	Yes
Medium	Large	A	Yes
High	Small	C	Yes
High	Medium	A	No
High	Large	B	Yes

(Conditions chart)

Fig. 5 Conditions and S/N ratio using Taguchi method.

Trens in incomplete filling(minor desirable characteristics)

Resin area trends(minor desirable characteristics)

からノズルにより吐出されるが、制御できるのは吐出量と塗布エリアだけで、テープとLSIの空隙に流れ込む樹脂量を直接制御できない。制御因子は樹脂種類、粘度、

塗布量、樹脂硬化条件、プリキュア条件などであり、これらをパラメータ設計手法を用いて、樹脂の充填率、樹脂領域の最適化した結果をFig. 5に示す。この結果、樹脂

Fig. 6 Package construction of flexible TCP.

Tab.1 Comparison of bend performance for different tape constructions.

	Bend strength (# 1)	Spring back force (# 2)
Flexible TCP	20cycles	~ 3 g/cm
Conventional 3 layer TCP	61cycles	~ 2 g/cm

Test condition # 1 : Number of bend cycles to pattern breakage was measured by applying a 200g load at a bend angle of 90 deg.

Test condition # 2 : Spring back force was measured at a bend diameter of 3 mm.

Fig.7 Display size vs pixel size.

ない従来TCPに比べ折曲げ耐性で3倍の強度を持ち、かつ曲げ反発力は従来並に小さく、高信頼性と作業性の良さを両立している。Fig.6に従来3層TCPとフレックスTCPの構造の比較を、Tab.1に機械特性の比較を示す。

フレックスTCPのもう一つの特徴は、実装後の応力吸収効果である。TCPは一方を液晶ガラス、他方をプリント基板に接続するが、ガラスとプリント基板の熱膨張率の差が10ppm前後ある。このため、TCPの一方を液晶ガラスにACF接続、他方をプリント基板にはんだもしくはACF接続する時の熱膨張率の差による歪、接続後の環境変化による歪がTCPに直接加わり、TCPの微細パターンが断線することがある。フレックスTCPはこの応力歪を折曲げ部分で吸収する機能がある。

したがって、液晶ガラス、プリント基板が大きくなる10インチ以上の大型モニター用液晶ディスプレイでは、狭額縁化のためよりは応力吸収を目的としてフレックスTCPが使われることがある。

3. 3 多出力・ファインピッチTCP⁴⁾

液晶ディスプレイの大型化、高精細化に伴う液晶パネルの画素ピッチの微細化をFig.7に示す。パネルに実装する場合、TCPとパネルに位置合わせマークの設置、TCP間のスペースの関係から、ドットピッチより幾分小さい値がパネルとTCPのアウトリード接続ピッチになる。

文字の視認性の問題もあり、高精細化（ドットピッチの微細化）には限りがあるが、大型パネルにおけるXGA化、EWS化や小型高精細パネルを考慮した場合、50 μ m台が要求される。また、ドライバLSIとTCPとの接続ピッチ（インナーリードピッチ）も同様に50 μ m台にすることにより、パッドから出力ピッチまでのTCP上の配線パターンを広げる（ファンアウト）必要がなくなり、TCPを小型化できる。

多出力・微細化によるTCPの課題は、

- (1)インナーリードおよびアウトリードの累積寸法精度の確保。
- (2)インナーリード部の機械強度の低下による接続信頼性

脂の充填率には樹脂粘度が、樹脂領域制御には樹脂量とプリヒート条件の寄与率が大きいたことが分かる。

また、テープとLSIの空隙を一定に保つために、チップ表面にスペーサー用バンプを設け、ILB時の圧力によりテープが落ち込んでLSIに接触し樹脂進入口がふさがることがないように工夫もされている。スペーサー用バンプは、ボンディングパッド用バンプと同時に形成できるので工程追加の必要はない。

USTによる超小型化は、フラット実装での狭額縁化を実現すると共に、構成材料の使用面積を削減できるので、液晶ドライバの低コスト化にも応えた実装形態である。

3. 2 フレックスTCP³⁾

USTよりもさらに狭額縁化が可能なドライバLSI実装形態がフレックスTCPである。TCPを折曲げて使う方法は従来よりあったが3層構造のTCPで行なう場合、折曲げ部のテープ基材に穴をあけて薄い銅箔パターンで支える構造としていた。このため実装時に注意しないと折曲げ部分の銅箔が断線したり、繰り返しの折曲げに耐えられない、銅配線がむき出しのためハウジング（ベゼル部）の金属部分とのショートや導電異物付着によるショート等の課題があった。

フレックスTCPは3層構造のテープを基本に、折曲げ部分を樹脂で補強した構造としており、樹脂で補強し

Fig.8 Description of inner lead cumulative pitch dimension.

Fig.9 Inner lead bonding design.

Fig.10 Inner lead bonding of 50μm pitch.

インナーリード材には高機械強度銅箔を用い、また脆い Au-Sn共晶合金のクラック発生を抑制するために、Fig. 9に示すようにILBデザインの改善も効果がある。Fig. 10に50μmピッチのインナーリードボンディング状態を示す。

4. COGによるドライバLSI実装技術

COG実装が実用化されて約10年が経過するが予測に反して伸びなかった理由に、以下に示すいくつかの課題があった。

- ・エリア状にパッド形成が可能であるが、TCPのようなパッドピッチの微細化が困難。
- ・実装（樹脂封止）後のリペアが困難。
- ・COG用のパッド配置を持つカスタムLSIが必要であるが手に入りやすく、開発費用がかかる。

ところが、これらの課題を解決する高性能のCOG実装用ACF材料が開発され、これを用いたACF-COG実装方式が急速に実用化されている。

ACF-COGでは従来のCOGに比べ、パッドピッチ50ミクロンまで微細接合が可能、接合と封止が同時にでき

Bonding method	ACF	Paste	Wire bonding
Structure
Bump fabrication process	Wafer bumping	Wafer bumping, Stud bumping	—
Bump layout	Peripheral, Grid array	Peripheral, Grid array	Peripheral
Bump pitch	min150 μ m	min150 μ m	~100 μ m
Bump height	10~18 μ m	30~50 μ m	—
Bump shape	Straight wall	Straight wall, Mushroom	—
Repairability	Easy	Difficult	Difficult
Encapsulation	NO	YES	YES

Fig.11 Mounting method of COG.

る，リペアも容易などの利点がある。

4. 1 COG実装形態

Fig. 11に各種COG実装形態を示す。COG実装には導電ペーストにてバンプとパネル電極を接続するペーストCOG方式，異方性導電接着剤にて接続するACF-COG方式，バンプ電極不要のワイヤボンド方式があるが，上記の理由から今後ACF-COG方式が増えてくると予想される。

COG実装に使われるACFは，TCP用のACFとは異なり，LSIの微小なバンプ電極とパネル電極間の導通を確実にとるために，導電粒子密度を向上させている。粒子密度向上は逆に電極間リークが問題となるので，絶縁コート付導電粒子を採用しているところもある。また，導電粒子が有る層と接着剤のみの2層構造として，接続時にバンプ上に導電粒子を多くのせる一方，端子間の導電粒子数が少なくなるよう工夫しているACFもある。

4. 2 COG実装の特徴と課題

COG実装には，

- (1)LSIのパッケージングコストが不要であり，低コスト化が図れる。
- (2)接続部数，材料点数とも少なく構造がシンプル，取扱い易い。
- (3)液晶ガラスとベアチップの両方とも寸法安定性が高く，微細接合に向いている。
- (4)液晶ガラスと外部基板を接続するFPC基板の配線幅はTCPに比べ十分太く，耐振動性に優れる。

などの特徴がある反面，

- (1)LSI回路面がガラスを通じて露出しているために外乱光によるLSI誤動作対策が必要。
 - (2)ガラスパネルの配線材のシート抵抗が高く，複数チップ搭載時に入力電源系をパネル上で共通配線処理が困難。
 - (3)LSI搭載スペースが必要でガラスサイズはTCPより大きくなり，マザーガラスからの収率が悪くなる。
- などの課題も残されている。

当面は得意とする中小型パネルを中心にCOG実装が展開して行くものと思われる。

5. おわりに

ドライバLSI実装形態としては，当面，UST，フレックスTCP，COGの3方式が共存し，各々の特徴に応じて使い分けされて行くものと思われる。Tab.2に，液晶ディスプレイへの実装から見た3方式の比較を示す。ま

Tab.2 Comparison with TCP and COG.

	Advantage>>>Disadvantage
Narrow frame	Flexible TCP>COG>UST
Thinner module	UST, COG>Flexible TCP
Workability for mounting	Flexible TCP> UST, COG
Low cost	COG>UST>Flexible TCP

Fig.12 Trends in LCD driver packages.

た、最近ではCOG化とともに低温ポリシリコンTFT技術を使ったCIG (Circuit In Glass) 化の流れもあり、最終的には液晶ディスプレイのトータルコストで棲み分

けが進むと予想される。

Fig. 12にパネルサイズからみたドライバLSI実装形態の予測を示す。

液晶産業は今後とも年率20～30%の伸びが期待されており、そのシナリオに添うために液晶ディスプレイはノートPC、民生機器、液晶モニターを3本柱にして市場拡大を目指し出している。これら用途に応じ多種多様で高性能の液晶表示パネルをタイムリーに低価格で実現するためにも、ドライバLSI実装技術はますます重要になってきている。

参 考 文 献

- 1) M.Kada : "The Latest Mounting Technology for LCD Panel", EIAJ SMT Forum, November 1995.
- 2) N.Tajima et al. : "Ultra Slim TCP with new TCP Structure", ISHM, October 1996.
- 3) Y.Chikawa et al. : "LCD Driver TCP for High Density Mounting in LCD Module", ISHM, November 1993.
- 4) Y.Isobe, Y.Chikawa et al. : "Development of Inner Lead Bonding Technology for TCP with 50μm Inner Lead Pitch", IMC, April 1996.

〔執筆 者 紹 介〕

千川保憲 (ちかわ やすのり)
1975年、電気通信大学・電気通信学部卒業。同年、シャープ(株)入社。以来、LSIパッケージ技術開発、特にTCP、バンプ技術開発に従事。現在、超LSI開発研究所主任研究員。