

# 裸眼方式 3D LCDの高精度はり合せ技術

Technology for Manufacturing Integral Imaging Autostereoscopic 3D LCDs

宮崎 健太郎 守田 健 成谷 元嗣

■ MIYAZAKI Kentaro ■ MORITA Takeshi ■ NARIYA Mototsugu

東芝は、インテグラルイメージング方式の裸眼方式 3次元液晶ディスプレイ (3D LCD) の開発を進めており、このたび、レンチキュラレンズユニット (以下、レンズユニットと略記) とLCDを高精度にはり合わせる技術と製造装置を開発した。

レンズユニットとLCDは、視域や解像度など3D特有の光学特性を維持するため、数 $\mu\text{m}$ の位置ずれ精度ではり合わせる必要がある。今回、レンズユニットのレンズ特性を活用した位置検出による高精度な位置合せ技術を開発し、それを搭載したはり合せ装置により量産化を実現した。また、減圧封止技術によりレンズユニットとLCDの密着性を向上させ、それらの間のギャップのばらつきを抑えた。この高精度はり合せ技術は、現在、12.1型サイズの3D LCDの量産に適用されている。

Toshiba has developed a method for adhering lens units to liquid crystal display (LCD) modules for integral imaging autostereoscopic three-dimensional LCDs (II 3D-LCDs) with high accuracy. We have incorporated manufacturing equipment applying this technology into our mass-production line for 12.1-inch II 3D-LCDs.

To maintain the optical properties of the 3D-LCDs, alignment of the lens unit and the LCD module with an accuracy of a few micrometers is achieved by utilizing the characteristic features of the lens unit. We have also developed a decompression sealing technology to reduce spatial variability.

## 1 まえがき

3次元液晶ディスプレイ (3D LCD) の立体画像表示方式は、専用眼鏡を使う眼鏡方式と、眼鏡を使わない裸眼方式に大きく分けられる。近年、話題を集めている3D対応の薄型ディスプレイは眼鏡方式であるが、裸眼方式も携帯電話やデジタルカメラに搭載されるなど注目を集めている<sup>(1)</sup>。

東芝は、インテグラルイメージング (II: Integral Imaging) 方式の裸眼方式3D LCDの開発を進めている。この方式は、ディスプレイの上にカマボコ状のレンズを何列も並べたレンチキュラレンズユニット (以下、レンズユニットと略記) をはり合わせた構造をしている。このLCDとレンズユニットのはり合せ精度は、3D LCDの製品特性に大きく影響するため、高精度のはり合せ技術が必要となる。

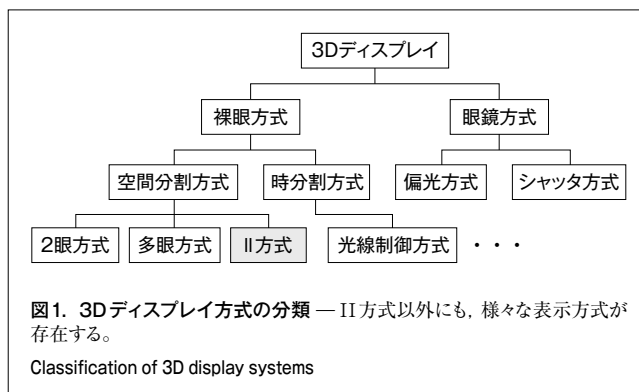
ここでは、当社が開発したはり合せ技術とそれを搭載した製造装置について述べる。

## 2 II方式 3D LCDの構造と製造上のポイント

### 2.1 3Dディスプレイ方式の分類

代表的な立体画像表示方式の分類を図1に示す。裸眼方式には空間分割方式と時分割方式があり、空間分割方式は更に以下の三つの方式に分けられる。

2眼方式は、観察者の視距離の位置に視点を設定しておき、



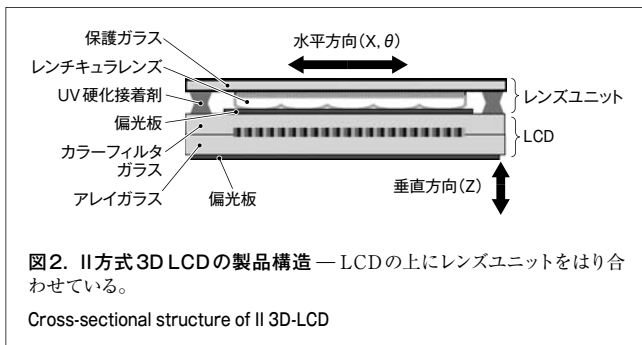
観察者の眼間距離62~65 mmの間隔で右目用と左目用の画像を振り分け、視差情報 (見る角度によって見え方が変わる画像情報) を持たせる方式である。多眼方式は、2視点よりも更に視点の数を増加させ、連続的に立体画像が切り替わって見える運動視差を付与した方式である。

一方、II方式は、平行光線により光線空間の再現を行う方式で、視点を設定しないため視域内であればどこでも運動視差を持つ立体画像が観察できる<sup>(2)</sup>。

### 2.2 II方式 3D LCDの構造

当社で開発しているII方式の光線空間の再現には、LCDの各画素の光線方向を振り分けていく必要があるが、レンチキュラレンズを用いることで光線の分離表示を行っている。

II方式 3D LCDの構造を図2に示す。LCDの上に、下向き



のレンズ面を持つレンズユニット（保護ガラス+レンチキュラレンズ）がはり合わされた構造をしている。レンズユニットとLCD間は外周部に塗布してあるUV（紫外線）硬化接着剤で接着している。

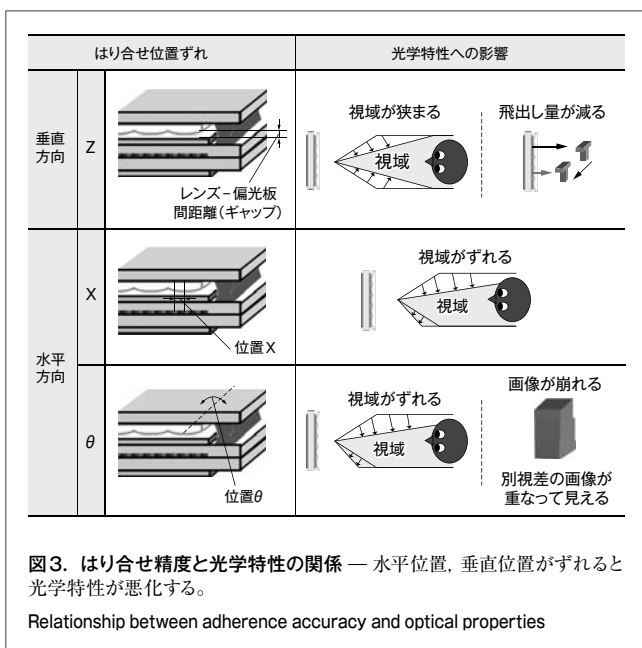
### 2.3 II方式3D LCDのはり合せ精度と光学特性

3D LCDには、主に以下に示す光学特性を定義している。

- (1) 視域 立体画像の表示が可能な範囲
- (2) 解像度 表示した立体画像の空間解像度
- (3) 飛出し量 立体画像の飛出し量, 奥行き量
- (4) 画像重なり量 ほかの立体画像と重なって見える量
- (5) 表示妨害 モアレ, ジャギなど

レンズユニットとLCDのはり合せ精度は、これらのうち視域と解像度に大きく影響を及ぼす。

はり合せ精度と光学特性の関係について図3に示す。はり合せ精度が悪くなると、視域は狭く、正面からずれてしまい、解像度が劣化するため飛出し量も減ってしまう。そのため、製造上のポイントとして、水平方向と垂直方向のはり合せ精度の確保が重要となる。



## 3 はり合せ工程と課題

### 3.1 工程の概要

3D LCDは、一般的なLCDのモジュール工程の中に3D固有の製造工程を追加して生産される。

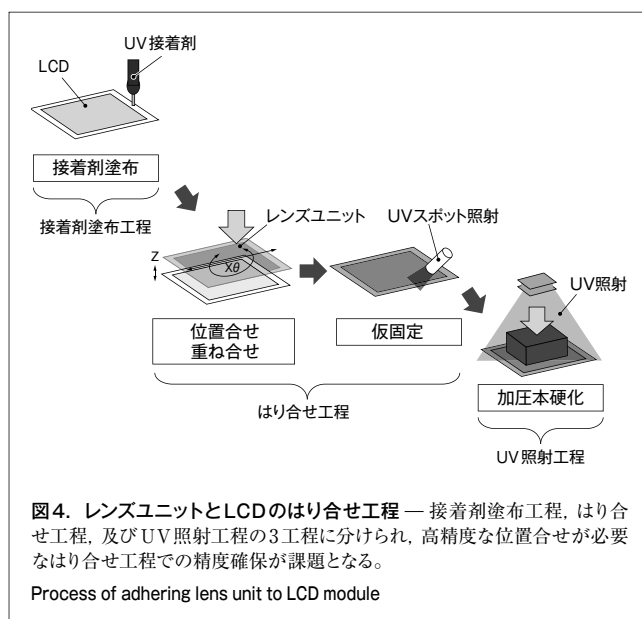
その一つが、図4に示すレンズユニットとLCDのはり合せ工程である。この工程は三つの工程に分かれている。一つ目は、LCDの周囲にUV硬化接着剤を塗布する接着剤塗布工程である。二つ目は、LCD上にレンズユニットを高精度に位置合せしながらはり合せした後、UVスポット照射で接着剤の一部を硬化させ、仮固定を行うはり合せ工程である。三つ目は、全体を均一に加圧しながら全面にUV照射を行い、接着剤を完全に硬化させるUV照射工程である。次節で、工程の課題について述べる。

### 3.2 工程の課題

3.1節の3工程のうち、立体画像表示品質に対してもっとも影響を及ぼすのが位置合せ動作を行うはり合せ工程である。この工程では、レンズユニットとLCDの水平方向及び垂直方向の精度確保が課題となる。

水平方向の精度確保には、位置合せ時のレンズユニットとLCDの相対位置ずれ量を、数 $\mu\text{m}$ の精度で検出する方法が必要である。高精度な位置検出方法として、部材に位置合せマークを付け、画像処理により位置検出を行う方法が一般的である。しかし、今回の場合、レンズユニットに位置合せマークを付けることが製品構造上難しく、高精度な位置検出が困難である。そのため、位置合せマークによらない位置検出方法が必要となる。

また、垂直方向の精度確保には、製造時のはり合せ精度に加え、使用環境における部材変形の影響を考慮する必要がある。



る。70℃の高温試験時にレンズユニットとLCD間の間隔が拡大し、光学特性が劣化するため対策が必要である。

## 4 高精度位置合せ技術とはり合せ装置

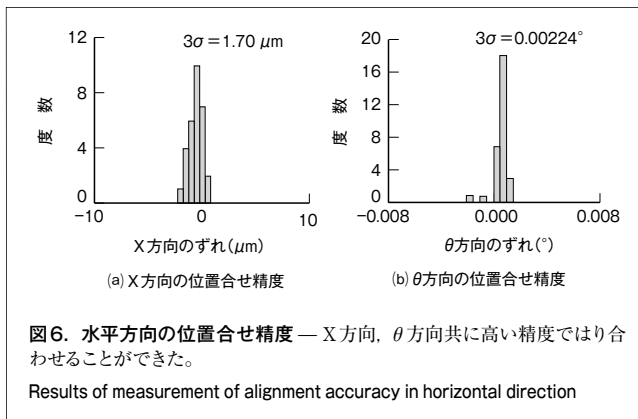
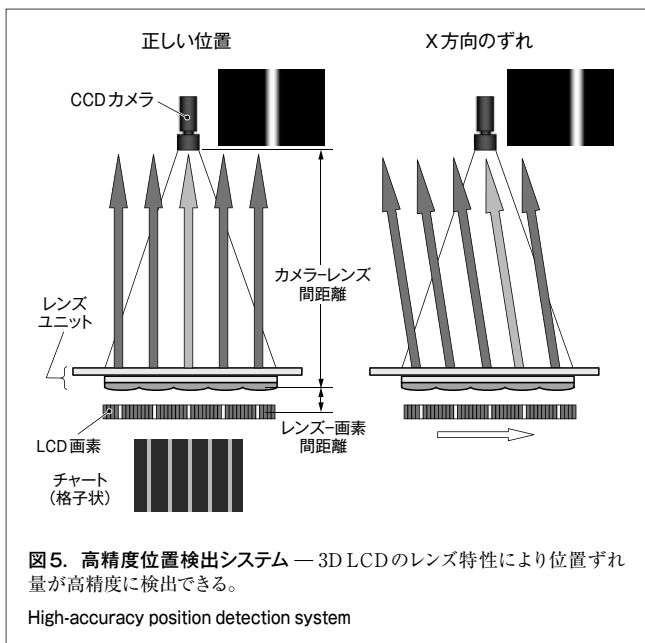
### 4.1 高精度位置合せ技術の開発

3章で述べた課題に対し、レンズユニットとLCDの水平方向の相対位置ずれ量(X方向(横方向)のずれ、 $\theta$ 方向(回転方向)のずれ)を、製品の光学特性を利用して検出する技術を開発した。

今回開発した位置検出システムを図5に示す。開発したシステムは、チャート(格子状の画像)を点灯させたLCDの上にレンズユニットを固定し、上からCCD(電荷結合素子)カメラで撮像を行う構成となっている。このチャートは、正しい位置ではり合わされた場合に、レンズの中央部分に配置されるLCDの画素列だけを点灯させたものである。

このチャートは、レンズユニットとLCDが正しい位置にある場合、白い帯が中央部に見える状態で撮像される。一方で、レンズユニットとLCDの相対位置がずれている場合、白い帯は中央よりずれて撮像される。この位置ずれ量は、製品のレンズ特性により実際の位置ずれ量に対し拡大されるため、高精度な位置検出が可能となる。この拡大率は、カメラ-レンズ間距離、レンズ-LCD画素間距離に応じて変化するが、このシステムでは、数百倍の倍率でずれ量を検出できる。

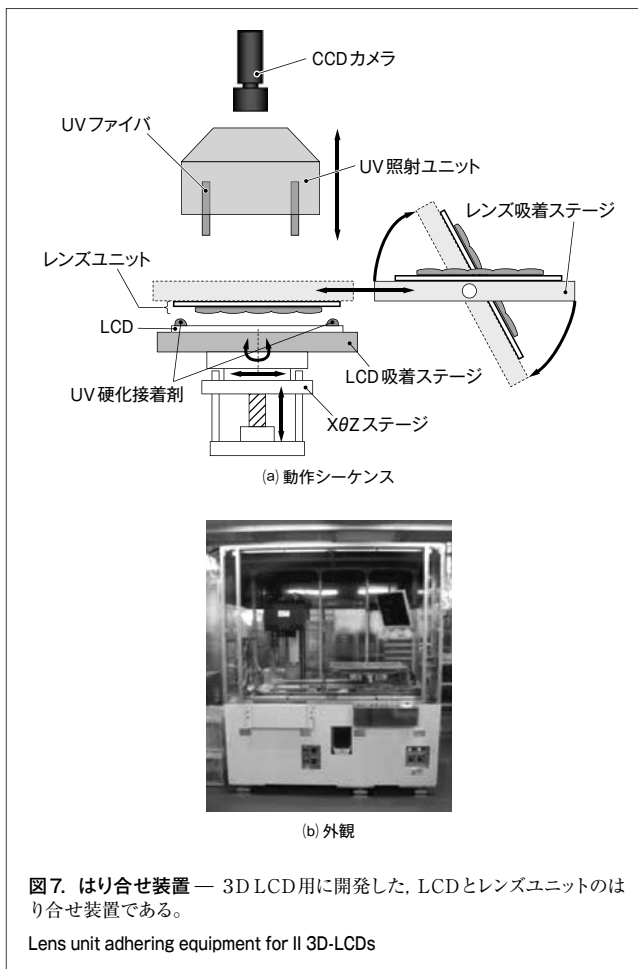
この位置検出方法によるレンズユニットとLCDの位置合せ精度の検証結果を図6に示す。X方向が $3\sigma$ (標準偏差) $=1.70\mu\text{m}$ 、 $\theta$ 方向が $3\sigma=0.00224^\circ$ の精度ではり合せることができた。



### 4.2 はり合せ装置の開発

前述の技術を搭載したはり合せ装置(図7)を開発した。装置の基本的な動作シーケンスは次のとおりである。

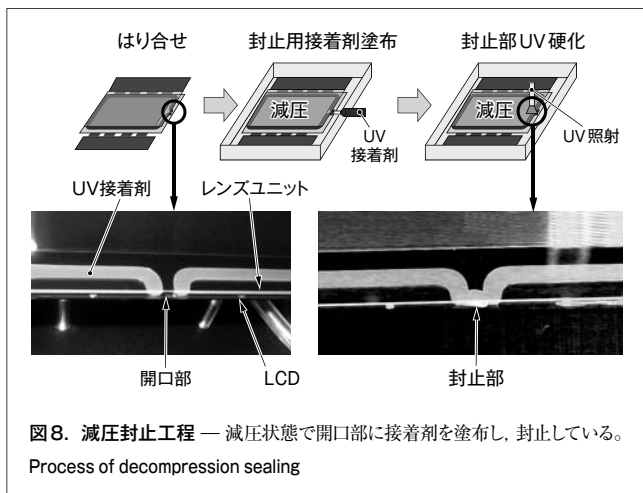
前工程で接着剤が塗布されたLCDとレンズユニットをステージにセットする。まず、レンズ吸着ステージが反転してLCD吸着ステージの上まで移動し、LCD吸着ステージはレンズユニットから垂直方向に数mm離れた位置まで移動する。この位置で非接触の位置合せ動作を行う。この位置合せ動作が完了



すると、LCD吸着ステージはレンズユニットと接触する位置まで上昇し、レンズ吸着ステージ側に定圧で加圧する。レンズユニットとLCDが密着した状態で位置合せ動作を行い、UVスポット照射でレンズユニットとLCDの仮固定を行う。

## 5 減圧封止技術

4章で、水平方向の精度を確保する方法について述べたが、垂直方向（レンズ-LCD 偏光板間距離）の精度確保も同時に



重要である。垂直方向は、部材精度やはり合せ精度に加え、熱や湿度による部材変形の影響も大きく、精度の確保が難しい。特に、部材変形は大きく、外力による押さえ込みなどの対策が必要である。

その対策の一つとして、レンズユニットとLCD間を減圧状態で封止する技術により、内部が減圧状態となる3D LCDを開発した。減圧封止工程を図8に示す。まず、接着剤塗布工程で、LCDの外周の一部を開口部として残し、残りに接着剤を塗布したLCDを製作する。レンズユニットをはり合わせた後、LCDを減圧チャンバ内に入れて減圧し、開口部をUV接着剤で封止する。次に、その接着剤にUV照射を行い固着することで、内部の減圧状態を保持させている。

減圧封止の有無による、70℃の高温信頼性試験時のレンズ-偏光板間距離（ギャップ）の変動を図9に示す。減圧構造でない非封止品はギャップが拡大したのに対し、減圧度-30 kPa以下ではギャップが確保されている。

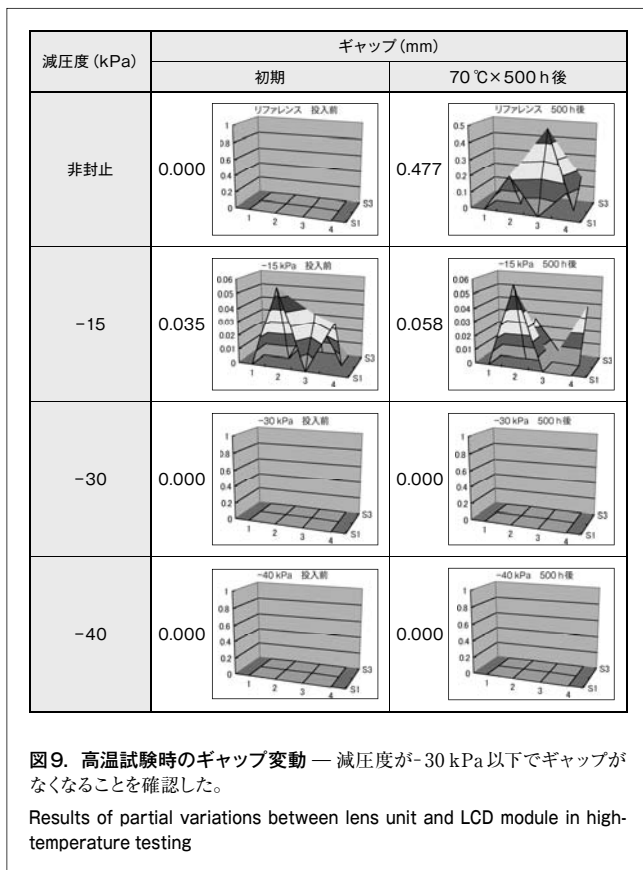
## 6 あとがき

3D LCDの製造技術において、レンズユニットとLCDを高精度にはり合わせる技術と製造装置を開発した。今回開発した技術は、12.1型サイズの量産に適用している。

今後、3D LCDが高性能化して視差数が増えたり解像度が高くなると、ピッチの細かいレンズユニットとLCDのはり合せが必要になると考えられるため、より高精度なはり合せ技術の開発を進めていく。

## 文献

- 濱岸五郎. 知っておきたいディスプレイ&映像の技術. 日経エレクトロニクス, 2010年4月19日号, p.96-103.
- 平 和樹, ほか. インテグラルイメージング方式による立体表示とその応用. 映像情報メディア学会技術報告. 30, 58, 2006, p.27-32.



宮崎 健太郎 MIYAZAKI Kentaro

生産技術センター メカトロニクス開発センター。  
メカトロニクスの要素技術及び製造設備の開発に従事。  
Mechatronics Development Center



守田 健 MORITA Takeshi

東芝ITコントロールシステム(株) 電機システム事業部 エンジニアリングソリューション部主務。製造設備の開発・設計に従事。  
Toshiba IT & Control Systems Corp.



成谷 元嗣 NARIYA Mototsugu

東芝モバイルディスプレイ(株) 技術統括部生産技術部主務。液晶セル製造プロセスの生産技術の開発に従事。  
Toshiba Mobile Display Co., Ltd.