

# 最近の技術から

## 液晶とディスプレイホログラム 集積回路技術を用いた動画ホログラム

佐藤 甲 癸

湘南工科大学 〒251 藤沢市辻堂西海岸 1-1-25

### 1. ま え が き

現在 LCD を用いた動画ホログラムの抱える技術的課題は液晶パネルの高精細、大画面化である。すなわちホログラムにおいて再生像を観察できる視域角は液晶パネルのサイズに比例し、また再生像の大きさは液晶のピクセルの細かさに比例するためである。液晶パネルを多数配列することによって、液晶パネルの大画面化が可能であるが、その際に配線などが膨大になる問題がある。また高精細化に関しては横方向電界による電極間のクロストークが分解能を制限している。

一方 IC の技術を用いてプロセッサ用の集積回路の基板の一部に、液晶層を装荷して作成した並列化液晶パネルとそれを用いた電子的アドレス方式による回折格子の記録、再生およびホログラフィックステレオグラムによる三次元画像の表示システム (IC ビジョン) が報告されている<sup>1,2)</sup>。この方式は表示速度が速くとれた処理時間の高速化も可能であり、また LCD の高精細、大画面化も可能である。

### 2. IC ビジョンの構成

IC ビジョンの構成は図 1 で示されるように一番下の層は CMOS で作られた VLSI プロセッサであり、通常の CPU とドライブ回路や演算処理などの専用のハードウェアなどの集まりから構成されている。その上

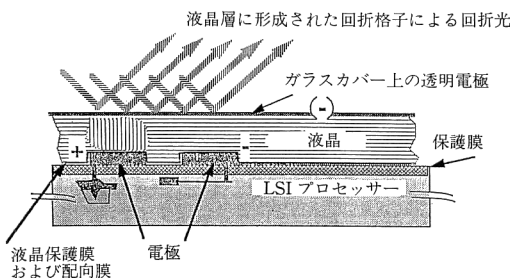


図 1 IC ビジョン表示装置の基本構成<sup>1)</sup>

は光の反射層であり、それにより 45 度で入射した光に対して反射形の回折格子として働く。反射層の上にはあらかじめ IC チップ作成時に回折格子状にパターンニングされた ITO 透明電極があり、その上に配向膜と液晶層が積層されている。電極に電圧が印加されると静電界により液晶に屈折率変化を生じ回折格子として働く。液晶層は透明電極付きのカバーガラスでカバーされている。図 2 に示すように 2 組の ITO 透明電極と液晶層を積層することにより一対の電極の一方は水平方向の透過形回折格子として働き、他方は垂直方向の反射形回折格子として働くことが可能であり、将来はそれぞれの回折格子は 2 組の別々の液晶パネルに切り離して用いることにより解像度を改善することも考えられている。

ドライブ回路に関してプロセッサからの信号は D/A 変換された後シフトレジスタにより順次個々の要素ホログラムに送られる。信号により駆動用のトランジスタを動作させて電極に電圧を印加し、回折格子を機能させる。VLSI のシリコンチップ上でバイアス電極、シフトレジスタ、駆動用トランジスタに必要な領域を除いて残りの領域を演算用のトランジスタ (10  $\mu\text{m}$  平方) として用いると 1 cm $\times$ 1 cm のチップ上に 785,000 個のトランジスタを実装できる。

液晶は長軸方向と短軸方向では屈折率が異なり、測定では屈折率の差は 0.2~0.3 程度であった。また液晶の基板に対して平行配向と垂直配向について検討を行っている。平行配向にするためにはポリイミドの溶液を塗布して配向膜を形成している。液晶に電界を水平方向に印

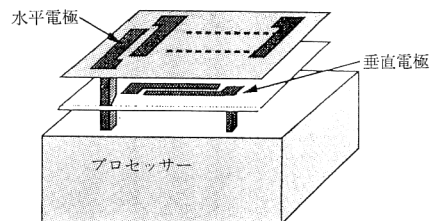


図 2 IC ビジョンの拡張構成<sup>1)</sup>

加することにより液晶分子が 90 度垂直方向に回転して位相差が生じる。同様に垂直に配向された液晶分子に電圧を印加すると 90 度水平方向に回転して位相差が生じる。現在液晶セルの厚さ方向の間隔は 5~7 $\mu\text{m}$  であり、電極の幅 1 $\mu\text{m}$  以上、電極の間隔は 1 $\mu\text{m}$  以上のものを作成している。またディスプレイは二次元の VLSI デバイスの配列から構成されている。一つの VLSI は 1cm 平方であり、10 $\times$ 10 の微小回折格子 (要素ホログラム) から構成されているから一つの要素ホログラムのサイズは 1mm 平方となる。また各要素ホログラムの間隔は 25 $\mu\text{m}$  以内であり、また各 VLSI は独立に動作できる。

### 3. ホログラフィックステレオグラム (HS)

IC ビジョンで用いられている HS 作成方法は図 3 に示すように微小な回折格子からなる画素の集合によって画像を形成する方法である。つまり異なる方向から見た 2次元像を左右の目が別々に観察できるように微小な回折格子の角度とピッチを変えながら平面基板上に配置することにより三次元画像の表示を行う方法であり、この方法はグレーティングイメージと呼ばれ、既にこの方式を用いて明るい鮮明な立体像が得られている<sup>3)</sup>。その原理は図 4 に示されるように 入射角  $\theta$ 、回折角  $\alpha$  とするとその時回折格子のピッチ  $d$  と傾き角  $\Omega$  は次式で与えられる。

$$d = \lambda / (\sin^2 \theta + \sin^2 \alpha)^{-1/2}$$

$$\Omega = \tan^{-1}(\sin \alpha / \sin \theta)$$

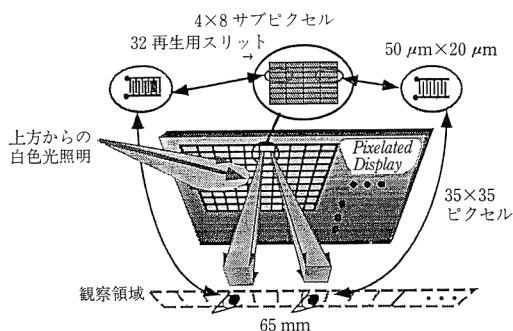


図 3 観察領域における像形成<sup>2)</sup>

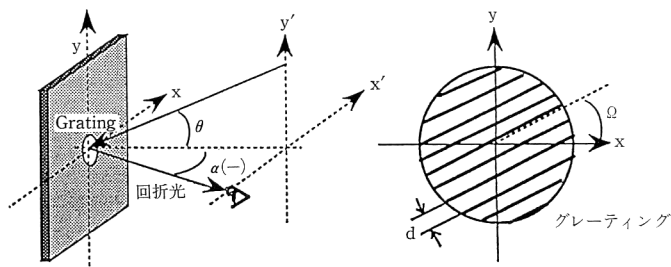


図 4 グレーティングイメージによる回折光<sup>3)</sup>

適当な位置に観察窓を設けることにより、右から撮影した画像は右方向に、正面から撮影した画像は正面の方向に光って見える。この方法は比較的少ない情報量ですむために動画ホログラムの手法としても有効な方法と考えられる。

### 4. IC ビジョンのディスプレイ仕様

観察距離は白色光で再生した時 200 mm であり、最初は奥行きのある 6 点の再生像を再生し立体視が可能であることを確認した。次に UAH の文字を再生し、連続的な奥行きを確認した。また得られる再生像の視域角は約 10 度、また視域は横 3 mm、縦 5~10 mm 程度であった。

### 5. む す び

IC の技術を用いた本方式は表示速度が速くとれたまた処理時間の高速化も可能である。また多数配列することができるために大画面化が容易である。また IC チップの作成時に電極をパターン化できるために LCD は高精度も可能である。このようにいままでとは異なった新しい考え方が大変興味深い。

### 文 献

- 1) J. Kulick, *et al.*: "IC vision-A VLSI based holographic display system," SPIE Proc., No. 1914-32 (1993) pp. 219-229.
- 2) J. H. Kulick, *et al.*: "A VLSI based diffractive display for real-time display of holographic stereograms," SPIE Proc., No. 2176-01 (1994) to be published.
- 3) S. Takahashi, *et al.*: "Three dimensional grating images," SPIE Proc., No. 1461-26 (1991) pp. 199-205.

(1994 年 4 月 15 日受理)