

最近の技術から

ヘッドマウント表示装置用液晶素子

諸 川 滋

シチズン時計(株)技術研究所第2応用開発室 〒359 所沢市下富 840

1. はじめに

VRD (virtual reality display: 仮想現実表示装置) では、小型・軽量で高精細度の表示素子が必要である。液晶表示素子の現状はまだ要求性能を満足する水準はない。本文では航空機用ヘッドマウント表示装置 (HMD: head mount display) およびコンピュータ用 VRD に用いられた液晶表示素子を例として要求仕様と実状仕様の関係を紹介する。

2. 航空機用 HMD 液晶素子

HMD 装置は、戦闘機のパイロットに情報を伝達し、迅速で正確な判断を補助する表示装置として開発が行われた。図1に小型 CRT の代りに液晶素子を用いるヘルメット装着型 HMD の構成例を示す。右眼側重ね表示の HMD では、右眼の前にコンバイナーを配置し、左右の眼で見る外部景色に重ねて右眼の視野の一部に表示情報を数字および図で示す。コンバイナーは斜め配置の減光透明板構造であり、外部光を減じて表示情報と重ね合わせ、データ表示像と外部実体像の輝度比を適正範囲にする。液晶素子は高コントラスト・高輝度照明のものが必要である。画像は、図2に示すように外部情景に重ねて機体情報や敵機情報が表示される。重ね表示範囲が広い必要はない。外部景色の明るさは屋間で約 100 万ルクスあり、周囲状況によって大幅に変化する。これに対応して、コンバイナーで外部光を弱め、液晶表示素子の蛍光灯照明光強度をパルス幅変調で約 3 術変化させ、外界景色とデータ表示虚像の輝度を近くして共に見えるようとする。

液晶素子としては高輝度・高コントラストの素子が必要で、SOS 構造・ポリシリコン構造・パッシブ白色構造の細密画素液晶素子が検討された。液晶素子は画素密度は TV 並の 35 mm フィルム寸法の VGA 白黒表示で、画素ピッチ $44 \mu\text{m}$ 、コントラスト 25 以上が得られた。しかし結局、航空用途で液晶素子は採用されなかった。分解能と高輝度と信頼性の総合特性で小型 CRT が

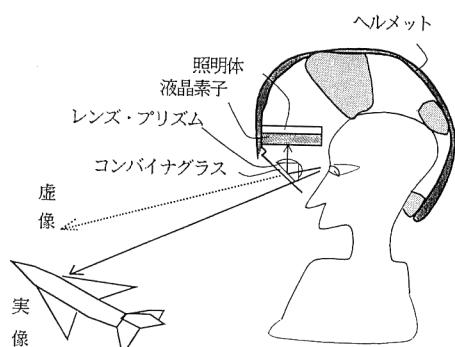


図1 液晶 HMD 装置

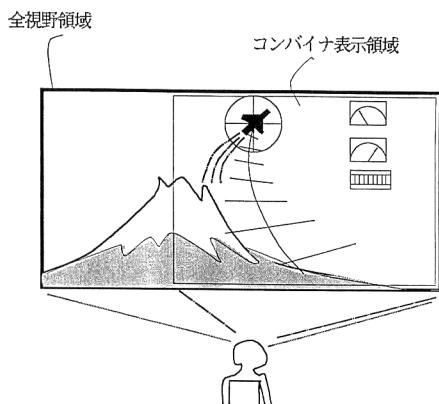


図2 右眼コンバイナ構造画面

液晶表示素子に優り、この優位状況は現在も続いている。

3. 広視野角 VRHMD 用液晶素子

航空機用途とは別に、過酷環境下におけるロボットスーツの目、屋外作業時の情報端末表示板、CAD/CAM 設計予想結果の事前体験、コンピュータシミュレーション表示等のマンマシンインタフェース手段として HMD の有用性が検討された。携帯型の端末表示として携帯者の視野中の小領域へ情報を表示する用途には、コンバイナー構造や部分視野表示構造が適し、現存の表示素子の画素数で対応できる。一方、VR 表示用 HMD では、

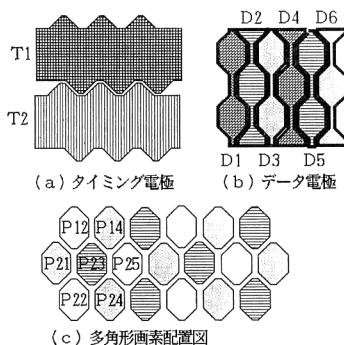


図 3 多角形画素配置と電極構造

実在感を高めるため画素の緻密化と左右の広視野角化とが求められ、意識集中のためにコンバイナーなしの直視構造が採られる。画素は多角形で上下左右に半ピッチシフトして空間周波数雑音成分を抑圧する。

画像の緻密化には、画素数の増大と画素の微細化の二つの課題がある。2次元配置画素の縦方向の数の限界は時分割駆動数で与えられ、パッシブ型で数百、アクティブ型では1000程度である。横方向の画素数制限はない。寸法限界は、アクティブ型ではスイッチ素子の寸法下限に対応する画素面積下限があり、ポリシリコン型では $15\text{ }\mu\text{m}$ 角程度、アモルファスシリコン型で数十 μm 角程度である。画素駆動電極をフレキシブルシートで外部駆動回路基板に接続する構造では、接続ピッチ下限の数十 μm が画素ピッチ下限になり、駆動ICを液晶基板上に実装する構造では電極加工限界の数 μm になる。アクティブ型を選択した場合、コントラストは50以上とれ、ポリシリコン構造では $15\text{ }\mu\text{m}$ 角画素で百万画素の小型液晶素子が可能である。画面寸法が大きな素子ではアモルファス素子型になり、数十 μm 角画素で縦3cm、横5cmの百万画素の液晶素子が実現可能である。緻密さを優先してパッシブ型を選択すると、縦数百画素・横1~2万画素程度で、約1千万画素の液晶素子が作製可能になるが、コントラストが低下し25程度になる。

過去に、TV用液晶表示素子を用いたVR用HMDの試作品があるが、画素粗さが非常に目障りであった。この理由は、通常明視視野の一部で挟角15度程度で見るTV画像を、画素数を増さずに数倍に拡大したためである。現在、TV画素数の10倍画素数のVR表示を実現する試みがある。画素寸法は横方向約 $5\text{ }\mu\text{m}$ で1~2万画素、縦方向数十 μm で500~1000画素、画素の

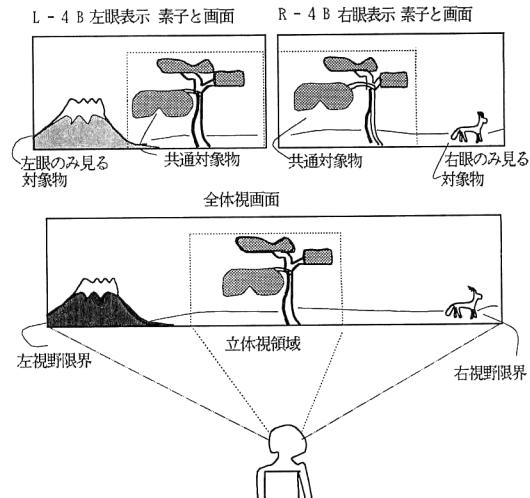


図 4 広視野部分立体表示

形状・配置を工夫し、時分割数を抑えて分解能を確保する。液晶素子の構造はパッシブ型が選択され、出力端子数百の駆動ICがガラス基板上に数十個実装され、出力端子は基板上で表示電極に直接接続される。図3に電極構造例を示す。画素行を指定するタイミング電極 T_j と画素をデータに応じて変調するデータ電極 D_k とに挟まれた画素 $P_{j,k}$ が、2行ごとに時分割駆動される。図3の液晶素子を用いて図4に示す部分立体画像が得られる。中央部が立体感の濃い領域であり、左右は周辺情報を表示する。周辺表示効果は、実在感を得るために有効である。視野角を狭く限定し、従来ビデオ用素子を用いて小さな立体像を遠方に映すこともできるが、遠い窓の外に立体像が見えるのは、訴える力と実在感に乏しい。

4. む　す　び

高密度多画素の液晶素子は、小型軽量のHMD表示に最適である。ここで述べたような各種の画素緻密化技術を組み合わせることにより画質向上が見込め、今後の発展が期待される素子である。

文　献

- 1) 日経マイクロデバイス： フラットパネルディスプレイ'90~'94、日経BP社(1990-1994)。
- 2) S. Ellis, M. Kaiser and A. Grunwald ed.: *Pictorial Communication in Virtual and Real Environments* (Taylor & Francis, London, 1991).
- 3) T. Lippert ed.: *Helmet-Mounted Displays III*, April 21-22, Orlando, Florida, Proc. SPIE, 1695 (1992).

(1994年4月30日受理)