

①研究概要

現在、液晶パネルやPDPパネルの製造工程では、製造管理、製品管理の目的でガラス基板にバーコードや2次元コード等のマーキングを行っている。これらパネル用ガラス基板のうち、カラーフィルタ用ガラス基板に対しては、フォトレジストへの露光によるマーキング法が一般に採用されている。しかし、従来方法では、フォトリソグラフィ工程中にコードが形成されていないので工程初期から製造管理ができないという課題がある。また、フォトリソグラフィ工程の条件が変わると、コードマークの形状が変わるので微細なコードマーキングが難しいという問題点がある。さらに、カラーフィルタ用ガラス基板にYAGレーザー等でマーキングすると、マーキング時にパーティクルが発生し、製品の歩留りが低下するという問題点がある。そこで、本委託試験では、これらを解決するため新たにレーザーマーキング装置の開発を行い、製造工程初期から管理でき、しかもフォトリソグラフィ工程に影響されず、パーティクルの発生しないコードマーキング技術を確認するものである。

本マーキング装置により、工程の初期から製造管理が可能になり、液晶、PDP製造の歩留まり向上に貢献することができ、ガラス基板のパネル単位での管理が可能となる。

②フェーズIの取り組み

②-1 目的及び目標

カラーフィルタ用ガラス基板を製造工程初期から管理できるマーキング装置を開発することを目的とし、マーキング時にパーティクルを発生させずに、セグメント径 100 μ m以下の微細な2次元コードをマーキングすることを目標とする。

②-2 研究方法及び結果

マーキング時にパーティクルが発生しないレーザーマーキング装置を開発するために、まず最適なレーザー光源の選定を行った。検討したレーザーは、炭酸ガスレーザー、YAGレーザー、YAG4倍波レーザー、及び半導体レーザーである。

その結果、カラーフィルタ材料を溶融しながらマーキングできパーティクルの発生が少ないことが予想される半導体レーザーを用いることにした。

上記検討結果をもとに、レーザーマーキング装置を試作した。レーザーマーキング装置は、レーザーを集光・走査する光学系をもつヘッド部と、半導体レーザーおよび周辺回路からなるドライバ部と、マーキング指令を行う上位コントローラ部からなる。ヘッド部内部の写真を図6-1に示す。ヘッド部の寸法は112×200×225mmである。ドライバ部内の半導体レーザー（波長808nm）から出射したレーザービームは、光ファイバによりヘッド部まで導光される。ヘッド部には光ファイバにより円形に整形されたレーザービームをさらに平行にするためのコリメータレンズ、レーザーパワーを検出するフォトセンサ、レーザービーム位置を目視するためのガイドレーザー、レーザーを走査するスキャナモータ及びスキャナミラー、

スキャンしたレーザービームをワーク上で集光するF θ 集光レンズ等が内蔵されている。ドライバ部は、半導体レーザーの他に、半導体レーザーおよびスキャナモータ等を駆動させるための各種ドライバ回路をもつ。これらドライバ回路をパーソナルコンピュータからなる上位コントローラで制御することによって、レーザーマーキング装置全体を動作させる。

試作したマーキング装置を用いて、マーキングスポット径について評価した。図6-2は、液晶カラーフィルタ（グリーン）に半導体レーザーを各時間照射し、形成されるマーキングスポットを光学顕微鏡で観察した結果である。レーザーパワーは1.4Wとした。

図6-3は、レーザー照射時間とマーキングスポット径の関係を示したものである。レーザー照射時間が20ms以上では、スポット径は時間に依存せず約260 μ mになることがわかった。また、レーザー照射時間が20msより短くなるとスポット径が小さくなる傾向にあることがわかった。図6-4は、照射時間が10ms以下の短時間の領域におけるレーザー照射時間とスポット径の関係を示したものである。スポット径はレーザー照射時間が5~10msにおいて約20~130 μ m変化する。レーザー照射時間の厳密なコントロールを行うことで、100 μ m以下の小径のマーキングスポットを形成できることがわかった。

次に、パーティクルについて調べるために、レーザー照射時間10,20,30,100,1000msのサンプルについて、SEM観察を行った。図6-5は、レーザー照射時間20ms（左）と100ms（右）のサンプルのSEM像である。レーザー照射時間100msで作製したサンプルは、レーザーの照射領域と非照射領域との境界に繊維状の物質が形成されていることが観察された。この繊維状の組織は、レーザー照射時間30,1000msのサンプルについても同様に観察された。また、レーザー照射時間が長くなるにつれ、繊維が長くなっていった。レーザー照射時間20msのサンプルでは、繊維状の物質は観察されなかったが、表面から発生しつつある様子がSEM像の高倍率映像から観察できる。すなわち、レーザー照射時間が20ms以上では、パーティクル発生の可能性が高くなることが明らかとなった。

上記のマーキングスポットおよびパーティクルに関する実験から、レーザー照射時間は10ms以下に最適ポイントがあることが予想された。したがって、レーザー照射時間10ms以下の条件（レーザーパワー1.4W）において、液晶カラーフィルタ上に20 \times 20セグメント、2.4mm角の2次元コードを形成し、そのCCD映像からコードとしての認識性について検討した。図6-6（A）~（F）はレーザー照射時間10,9,8,7,6,5msで2次元コードのセグメントを形成したときのCCD映像をそれぞれ示すものである。レーザー照射時間7~10msにおいて、高いコントラストを有する2次元コードが形成できた。レーザー照射時間5ms及び6msのサンプルについては、コードの大きさに対してセグメント径が小さく、モノクロの領域バランスが悪かった。表6-1は、形成した2次元コードの認識性を評価した結果を示したものである。なお、コード内容は“0123456789”とし、読み取り訂正率ECCは200とした。レーザー照射時間7~10msで作製した2次元コードは、コードリーダによってコード内容を問題なく認識できた。また、レーザー照射時間6msのサンプル（E）については、認識は可能であったものの実用上その認識性は不十分であった。レーザー照射時間5msのサンプル（F）については、セグメントが描画できない部分があり、コードとして認識できなかった。以上のように20 \times 20セグメント、2.4mm角の2次元コードに関して、レーザー照射時間7~10msにおいて認識可能なマーキング条件であることを把握した。

上記の結果から、試作したレーザーマーキング装置で製作可能な最小寸法の2次元コードの試作を試みた。図6-7は、レーザーパワー1.4W、レーザー照射時間7msで、2.0mm角の2次元コードのCCD映像である。コードセグメントは約80 μ mで、そのスポットサイズにばらつきがあるものの、コード内容は十分に認識できた。また、図6-8は、同2次元コードのSEM像を示すものである。コードセグメントには、図6-5で見られたような繊維状の物質はなかった。また、コードセグメント形成時におけるパーティクル発生も極めて少ないことがわかった。

②-3 考察

開発したレーザーマーキング装置は、パーティクルレスでセグメント径80 μ mの2次元コードを形成でき、当初の目標を十分達成するものである。カラーフィルタ用ガラス基板を製造工程初期から管理することができるレーザーマーキング装置を開発することができた。

開発したレーザーマーキング装置は、技術的課題も特になく、フェーズⅠにおいて研究開発段階は既に完了した。

③フェーズⅡの取り組み

フェーズⅡにおいて、マーキングビジネスを積極的におこなっている弊社関連会社に、本レーザーマーキング装置に関する技術移転を終了した。

④フェーズⅢへの取り組み

現時点で競争力のある現有製品の市場動向を見極め、本レーザーマーキング装置の市場投入の時期を待ち、本格的に営業活動をおこなう予定である。

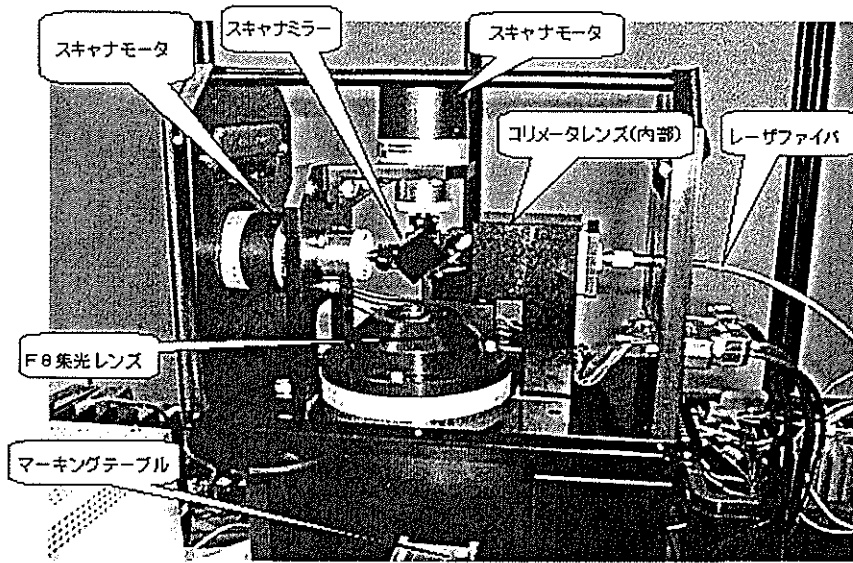


図 6 - 1 試作したレーザーマーキング装置のヘッド部の内部写真

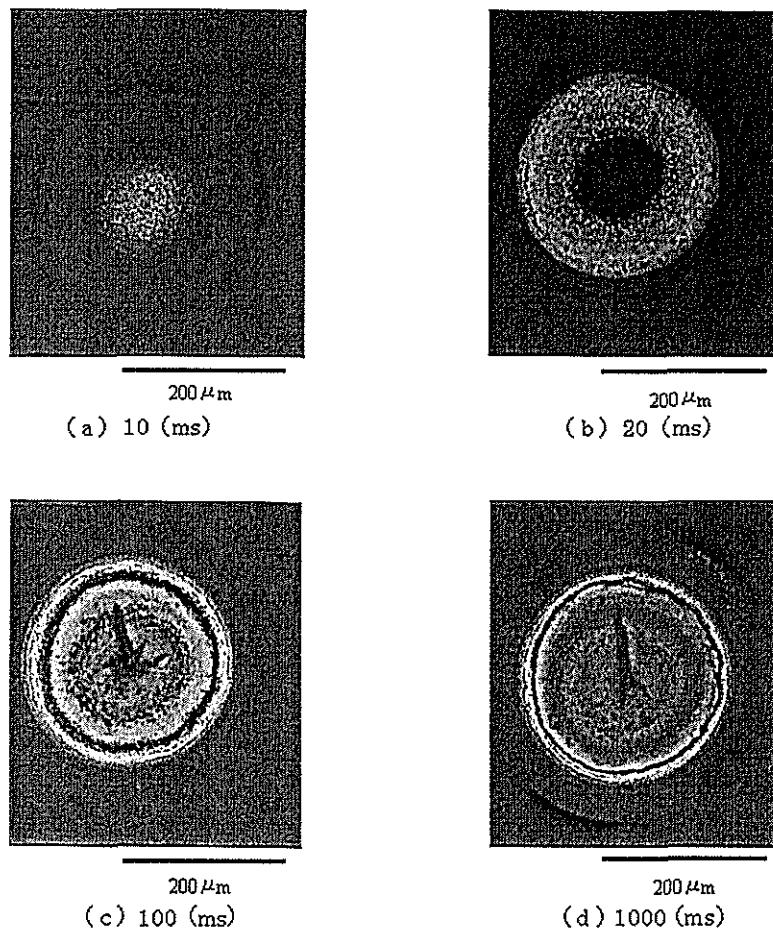


図 6 - 2 レーザーマーキング装置で液晶カラーフィルタ上に形成したレーザーマーキング痕

(a) ~ (d) はレーザー照射時間を表す

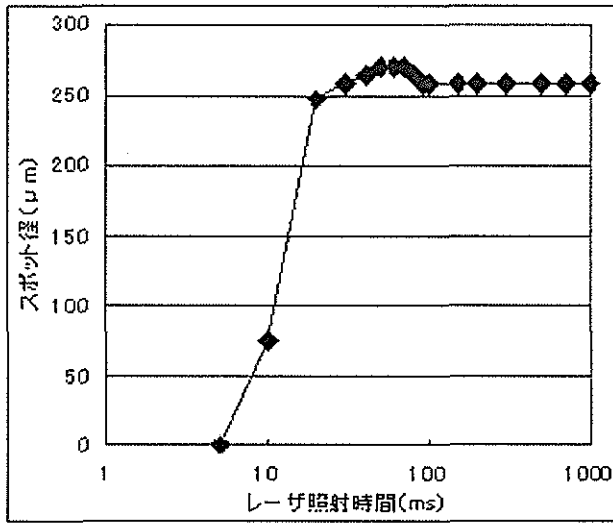


図 6 - 3 スポット径のレーザー照射時間依存性

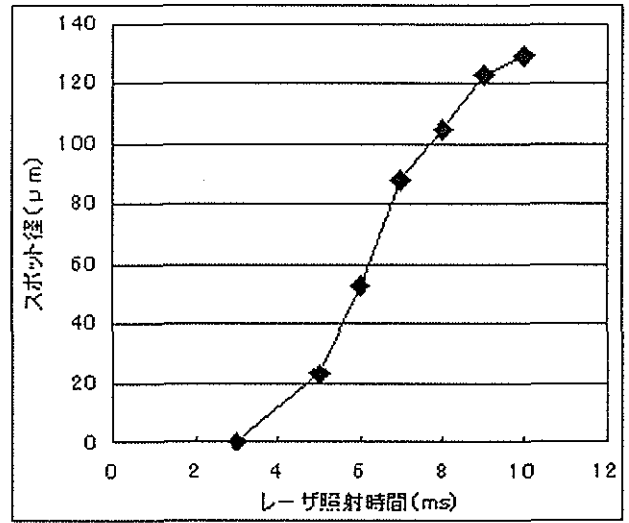


図 6 - 4 スポット径のレーザー照射時間依存性

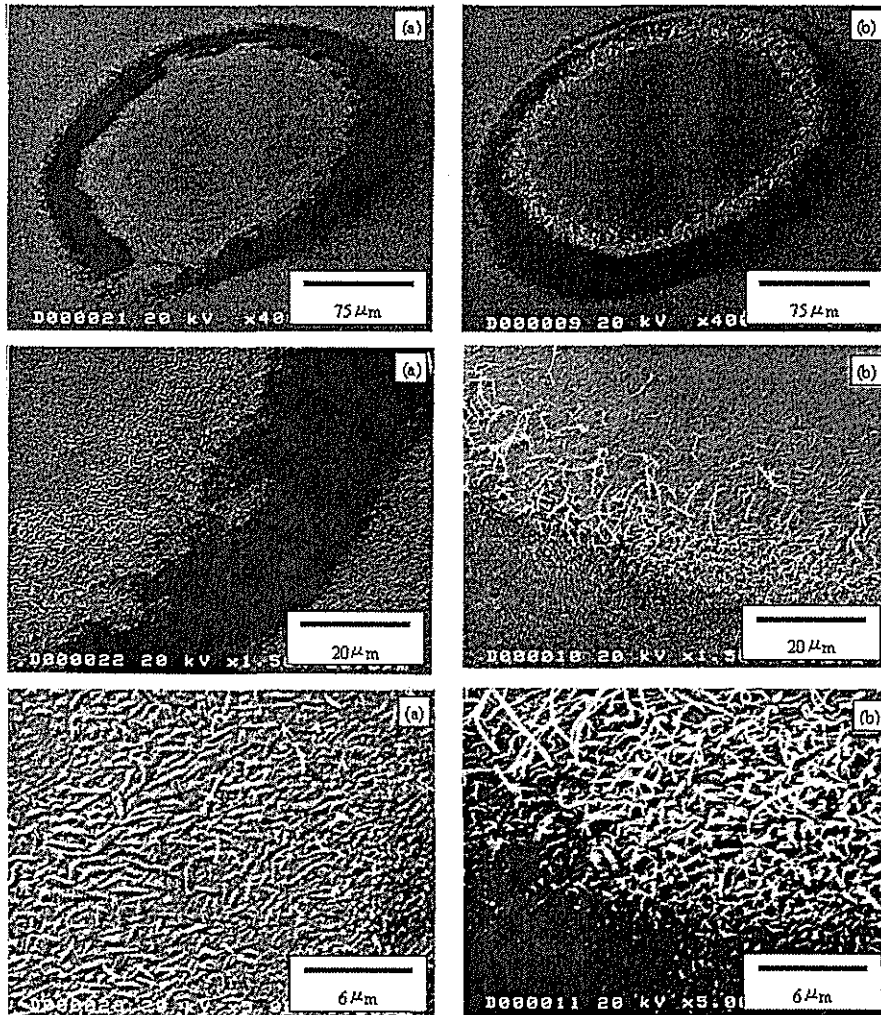
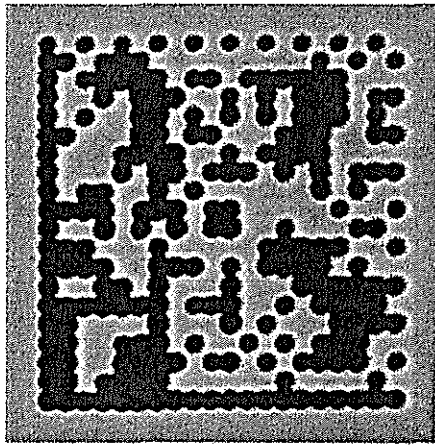


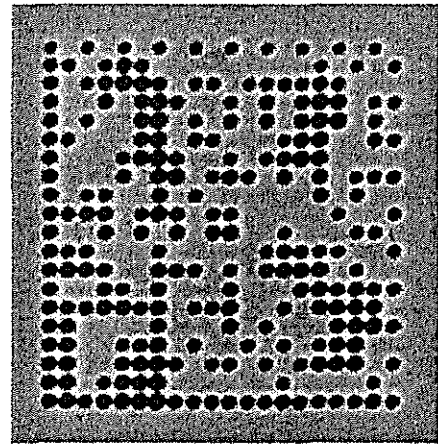
図 6 - 5 液晶カラーフィルタ上に形成したレーザーマーキング痕のSEM写真

(a) レーザーの照射時間 = 20 ms ・ パワー 1.4 W (左 3 列)

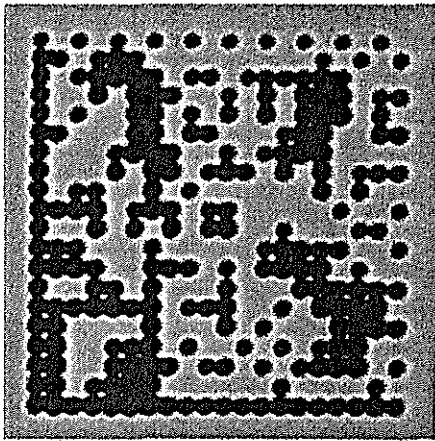
(b) レーザーの照射時間 = 100 ms ・ パワー 1.4 W (左 3 列)



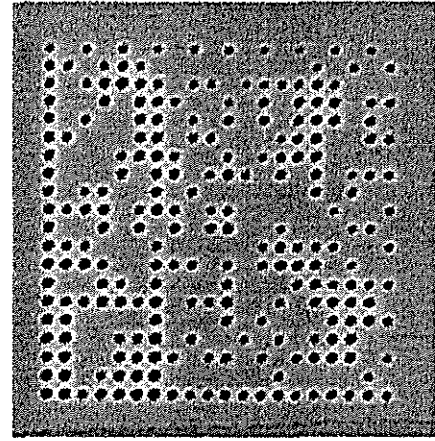
(A) 10ms



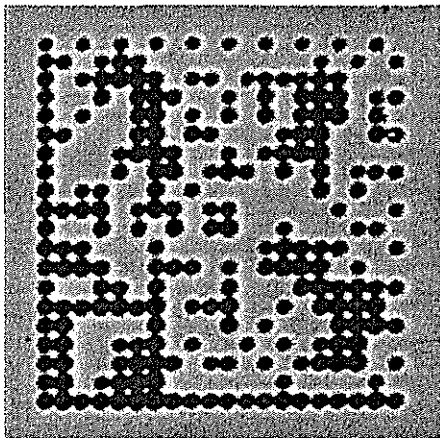
(D) 7ms



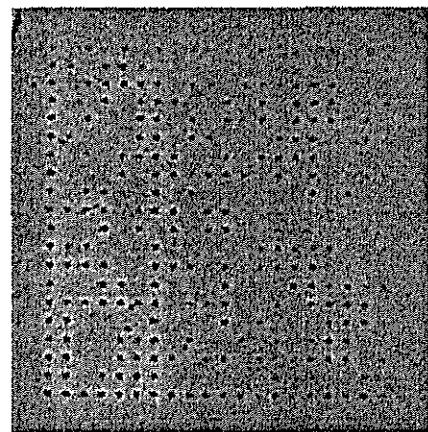
(B) 9ms



(E) 6ms



(C) 8ms



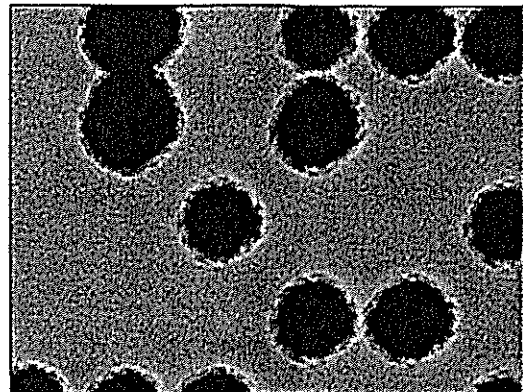
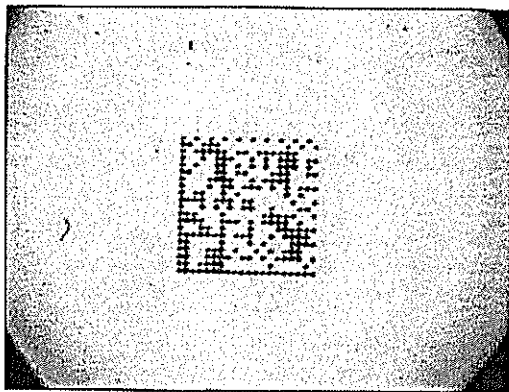
(F) 5ms

図6-6 2次元コードセグメントを各レーザー照射時間で形成した時の2次元コードCCD映像

(レーザーパワー: 1.4W、2次元コード寸法: 2.4mm角)

表6-1 作製した2次元コードの認識性評価結果

サンプル	レーザー照射時間	認識性
(A)	10 (ms)	○
(B)	9 (ms)	◎
(C)	8 (ms)	◎
(D)	7 (ms)	○
(E)	6 (ms)	△
(F)	5 (ms)	×

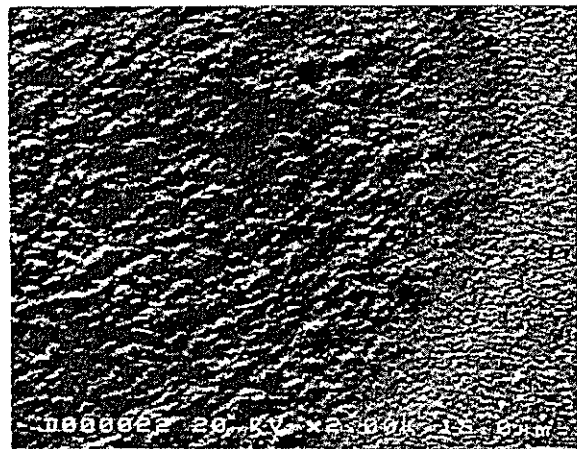
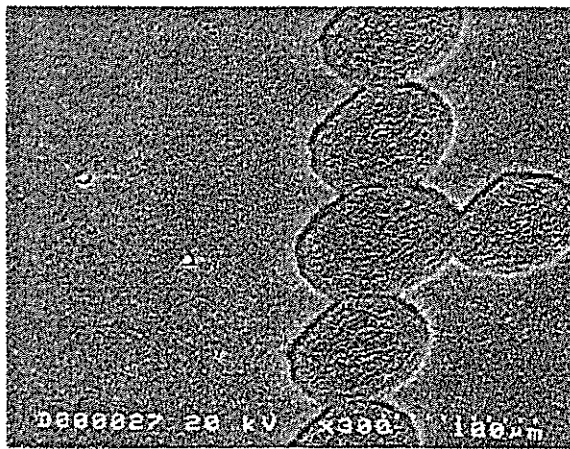


1 mm

100 μm

図6-7 試作したレーザーマーキング装置で形成した最小2次元コード

(左) とスポット形状 (右) のCCD画像



100 μm

15 μm

図6-8 試作したレーザーマーキング装置で形成した最小2次元コードセグメントのSEM写真

(右: 拡大図)