

岡 清
K. Oka

榎波 智子
T. Enami

佐々木 光夫
M. Sasaki

半導体パッケージを対象としたスキャンレーザーマーカを開発した。このレーザーマーカは、マークパターンをレーザーの照射座標として登録するため、パターンの作成・変更などマークのフレキシビリティが高い。このため従来のマーキングでは難しかった製造ロットごとにロット管理コードをマークすることができる。これによって高度な品質管理が可能となる。また、ASIC (用途特定 IC) などの小ロットで多様なロゴへの対応が要求されるマーカとしても適している。さらに近年展開が進んでいる薄型パッケージへの適用を可能にするため、従来のマーカで問題であったエッジでの入熱過大に対して、それを回避する制御技術を開発しマーク深さの均一化を図った。

A new type of scanning laser marker for IC packages has been developed. This laser system treats marking data as electrical data; thus, it is easy to change a marking design for placing production code numbers on each IC package. Semiconductor manufacturers can, by placing code numbers on all items produced, easily carry out quality control with excellent traceability.

In addition, this laser marker is useful for ASICs (application-specific integrated circuits) that require a variety of different logo designs. Recently, the trend is toward the use of thin-package ICs, and this device can be used to control the marking to a specified depth.

1 まえがき

レーザーによる半導体へのマーキングが急速に拡大している。その理由の一つは、マーキング前後の洗浄、乾燥工程が不要であり工程の合理化が図れるためである。もう一つは従来のインクマークに比べてマーク意匠の自由度が高く変更も容易であり、細かなロット管理が可能になるためである。

レーザーマーカは二種類に大別できる。マスクに登録されたパターンを転写するタイプのマスクマーカとレーザー光を走査して描画するスキャンマーカである。一般に生産性ではマスクマーカが優れ、フレキシビリティではスキャンマーカが優れている。印字できるパターンでは、マスクマーカはマスクに登録されたパターンとその組合せに限定されるのに対し、スキャンマーカではレーザー光の移動データを装置に組み込むことにより任意のパターンをマーキングできる⁽¹⁾。

今回スキャンマーカをベースとして、半導体パッケージ用にマーク深さ制御機能を付加したレーザーマーカを開発した。

2 マーク彫り深さ制御

スキャンマーカの原理を図1に示す。レーザー光をレンズでワークに集光し、光路上に設置したガルバノメータスキャナ(以下、スキャナと略記)でビームスポットを移動させ、一筆

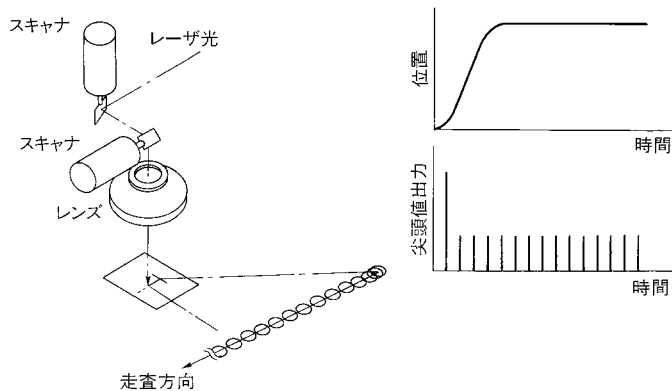


図1. スキャンマーカの原理 レンズで集光したビームスポットを二つのスキャナで移動しパターンを描く。

Principle of scanning marker

書きの要領でマーキングを行う。開発したスキャンマーカは、マーキングに伴う半導体パッケージの表面炭化を抑制するためにQスイッチYAG (Yttrium Aluminum Garnet) レーザを使用している⁽²⁾。

従来のスキャンマーカでは、マーキング中におけるQスイッチパルス周波数(以下、Qスイッチ周波数と略記)は一定で、走査位置に応じてレーザー出力のON/OFF制御が行われる。このためスキャナの走査速度が過渡的に低い値となる走査開始時、停止時および方向転換時にパルス照射密度が高くなる欠

点がある。また、OFF時間の長さがレーザー媒質の蛍光寿命(約240 μ s)より長くなるため、照射開始時の先頭パルスの尖(せん)頭値が設定された定常時の値よりも高くなる欠点がある。このため半導体パッケージへのマーキングにおいて、ラインの書始め、書終わりでマーク深さが定常値より深くなり、スキャンマーカをTSOP (Thin Small Outline Package)などの薄型パッケージへ展開するうえでの障害要因となっていた。この問題を模式的に図2に示す。

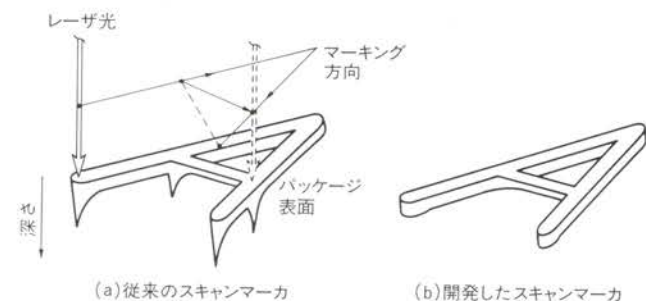


図2. 従来のスキャンマーカでのマーク深さ 従来のスキャンマーカではラインの書始め、書終わりでマーク深さが深くなる。

Depth of marks using conventional (left) and new (right) scanning laser markers

開発したスキャンマーカは、今後進んでいくパッケージの薄型化への対応を考慮し、均一な深さでマーキングすることをポイントとしている。

マーク彫り深さを一定に保つために単位長さ当たり照射するレーザーパルス数を一定にする制御と、このとき変化するQスイッチパルスの尖頭値を一定に制御する技術を開発した。

レーザーパルス数の一定化は、スキャナの走査速度に対応させてQスイッチ周波数を変化させることにより行った。また、パルス尖頭値の一定化はQスイッチ周波数に応じてレーザー共振器損失を変化させることにより行った。

マーキング中、Qスイッチ周波数は0~20 kHzの範囲で変化している。制御しない場合パルス尖頭値は400~2 kWまで大きく変化する。レーザー共振器内の光学的損失はQスイッチ素子に加える高周波電力で制御することが可能である。Qスイッチ周波数が低いときに高周波電力を上げ、レーザー共振器損失を大きくすることによってパルスの成長を抑制し、マーキング中のQスイッチパルス尖頭値を一定化させることに成功した。マーキング中のQスイッチパルス波形を多重露光した写真を図3に示す。従来のマーカでは尖頭値出力が500%変動しているのに対し、開発したマーカでは30%に制御されている。

図4に共振器損失制御をしない場合とした場合のマークのSEM (Scanning Electron Microscope) 像を示し、図5にマーキング彫り深さの比較を示す。制御をしない場合ライン書始めて彫り深さが約100 μ mあるが、制御した場合10 μ m程度であることがわかる。この値は樹脂の肉厚が薄いTSOPに

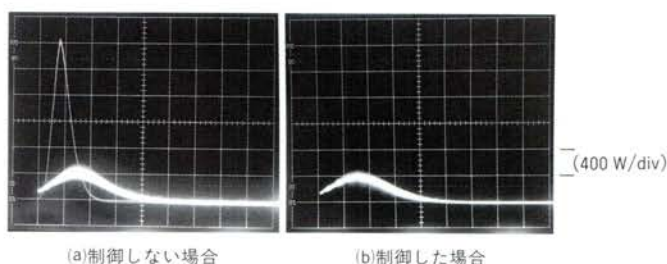


図3. マーキング中のQスイッチパルス波形 共振器損失制御によってマーキング中でのパルス尖頭値変動率を500%から30%へ平坦化できた。

Shape of Q-switched pulses during marking

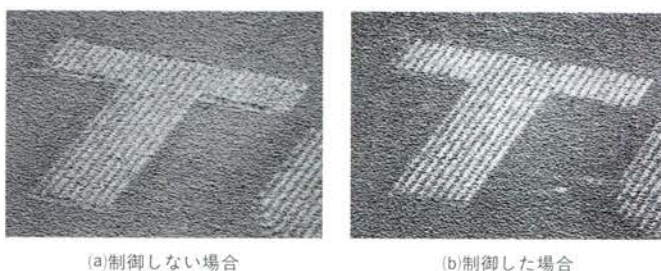


図4. マーク部のSEM像 (a)制御をしない場合、ライン書始めて深く彫れているが、(b)制御した場合、彫り深さは一定である。

Marks on IC packages, taken by SEM

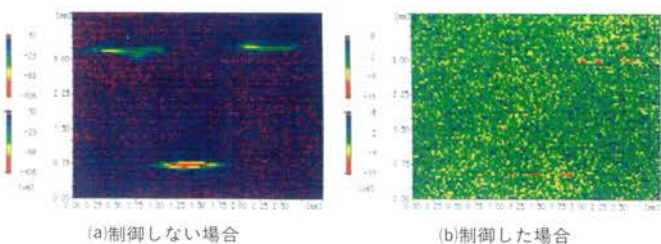


図5. マーク深さの比較 共振器損失制御をしない場合ライン書始めて100 μ mあるのに対し、制御をすると10 μ mであった。

Comparison of mark depth, with loss control OFF and ON

も十分適応可能な値である。

3 マーキングデータ

3.1 意匠データ

マーク意匠データは図形、文字およびそれらの大きさ、位置から構成されている。文字フォントはマーカが標準でもっており、その大きさは0.5 mm~40 mmまで0.1 mm単位で設定できる。図形データはイメージスキャナで読み込み、登録される。読み込まれたデータを基に図形の輪郭を抽出し、次にCAD上で図形のサイズと塗りつぶし部分のハッチングの指示を行い、DXF^(注1)形式のデータを生成する。このDXFデ

(注1) DXFは、米国AUTODESK社の登録商標。

ータからレーザーマーカの走査データが作成される。

3.2 意匠データの編集

データ編集機能は、装置の操作性を左右する重要な要素である。今回開発したレーザーマーカでは、操作ソフトウェアのGUI (Graphical User Interface) 化を図った。図6にその操作ソフトウェア画面の一例を示す。ウィンドウには大きく分けてマーキングパラメータ編集、イメージ表示、マーキング実行の三つを用意した。パラメータ編集とはマークするパターン、マーク位置、マークサイズ、変数などを指定するものであり、イメージ表示はマークのイメージをあらかじめディスプレイ上で確認する機能である。変数を変化させる条件をあらかじめ設定しておくことで、製造ロットに対応した管理コードを自動発生させることができる。

GUI化したことで、従来のデータ編集に要する時間は1/3に短縮された。

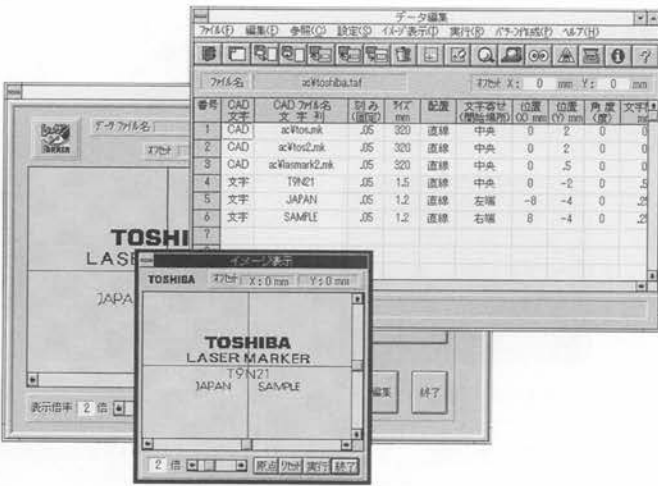


図6. GUIの一例 パラメータ編集などの操作性がよい。
GUI (graphical user interface) used for marker operation software

4 マーキング速度

スキャン型マーカにおいて、マーキング速度は、スキャナの走査速度に依存する。走査速度を向上させるためにスキャンミラーの小型化が効果的である。開発したマーカではレーザーのビーム広がり角の低減を図りミラーを小型化している。

文字のマーキング速度は、60文字/s (高さ1mmの英数字) である。図形のマーキングでは、ハッチング間隔によってマーキング時間が異なってくる。図7(a), (b), (c)はそれぞれハッチング間隔を100 μ m, 125 μ m, 150 μ mでマーキングしたものである。“TOSHIBA”ロゴは高さ2mm, 幅13mm, “生産技術研究所”は高さ2.3mm, 幅18mmである。マーキング時間は、それぞれ3.5s, 2.8s, 2.3sであった。

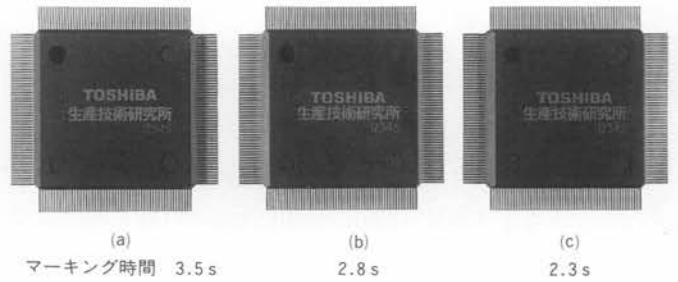


図7. ICパッケージへのマークとマーキング時間 塗りつぶし部分のハッチング間隔は、(a)100 μ m, (b)125 μ m, (c)150 μ mである。

Marks on IC packages and times required for marking

文字主体のメモリなどへのマーキング時間は約1s, ロゴなど大きな図形の入るASICで2~4sである。

5 あとがき

半導体パッケージを対象としたスキャン型レーザーマーカを開発した。

彫り深さを一定化する制御技術を開発し、薄型パッケージへの対応を可能にした。また、操作ソフトウェアのGUI化を進め、データ登録、編集の時間短縮を図った。

マーク意匠の高いフレキシビリティをもつこのマーカは、今後半導体の分野での小ロット管理を実現していくうえで重要な役割を果たしていくと考えている。今後、装置の小型化、および低コスト化を進め、より多くの分野での展開を図っていきたい。

文献

- (1) 伊藤 弘, 他: 大面積レーザーマーカ LAY-729A, 東芝レビュー, 44, 7, pp.593-596 (1989)
- (2) 岩間誠司, 他: YAG レーザマスクマーカ, 東芝レビュー, 42, 9, pp.689-692 (1987)



岡 清 Kiyoshi Oka

1987年入社。YAG レーザ応用装置の開発に従事。現在、生産技術研究所レーザー研究部研究主務。
Manufacturing Engineering Research Center



榎波 智子 Tomoko Enami

1987年入社。YAG レーザ応用装置の開発に従事。現在、生産技術研究所レーザー研究部。
Manufacturing Engineering Research Center



佐々木 光夫 Mitsuo Sasaki

1980年入社。YAG レーザ応用装置の開発に従事。現在、生産技術研究所レーザー研究部。
Manufacturing Engineering Research Center