ダブルパルスグリーンレーザーアニール技術 —高品質ポリシリコン薄膜形成—

工藤 利雄¹, 山崎 和則¹, 常見 明良²

¹住友重機械工業(株) 技術開発センター (〒237-8555神奈川県横須賀市夏島町19)

²住友重機械工業(株) 電子機械事業部 (〒237-8555神奈川県横須賀市夏島町19)

Double-Pulsed Green Laser Annealing Technologies: Formation of High-Quality Poly-Si Thin Films

Toshio KUDO,¹ Kazunori YAMAZAKI,¹ and Akira TSUNEMI²

¹Sumitomo Heavy Industries Ltd., Research & Development Center, 19 Natsushima, Yokosuka, Kanagawa 237-8555

²Sumitomo Heavy Industries Ltd., Electro-Mechanical System Division, 19 Natsushima, Yokosuka, Kanagawa 237-8555

(Received June 19, 2006)

The advanced lateral crystal growth (ALCG) process developed with the double-pulsed green laser annealing system enabled Si grains to be grown laterally and continuously through a step scan of a line beam in the same way as conventional excimer laser annealing (ELA). The field effect mobility of n-channel ALCG-SiTFTs for a current parallel to grain boundaries reaches a high level of 600 cm²/Vs and the strong temperature dependence of the mobility is close to that of single crystal MOS transistors. The 10 μm-wide ultra fine beams up to 75 mm in length for the next generation p-SiTFT and up to 150 mm in length for OLED, applied to mass-production machines, were developed by using the beam delivery optics system in conjunction with the optical technique spatially combining multiple laser beams.

Key Words: Solid state laser, Laser annealing, Crystallization, Lateral grain growth, Double pulses

1. はじめに

低温多結晶シリコン薄膜トランジスター(LTp-SiTFT)はアモルファスシリコン薄膜トランジスター(a-SiTFT)と同様に安価なガラス基板が使用できること、しかも高移動度(高駆動能力)であるため、ドライバ回路のように各種回路を集積してガラス基板に一体化することが可能である。LTp-SiTFT液晶パネルの薄型・軽量、低コスト、低消費電力、高信頼性のメリットが活かせる中小型サイズを搭載する携帯電話、ノートPC、DSC、PDA等の携帯機器分野で用途が拡大している。CPU、メモリー、表示素子、キーボード、センサー等をガラス基板に作り込むシートコンピューター¹⁾を実現するためには、LTp-SiTFTの性能向上が不可欠である。LTp-SiTFTの高性能化には主に高品質多結晶Si薄膜形成技術、高品質ゲート絶縁膜形成技術、微細化技術が鍵となる。

ELA(Excimer Laser Annealing)法のような従来の結晶化技術は、ランダムに発生する結晶核を起点に結晶粒を成長させるため、大きくても0.5 μm程度のサイズの結晶粒しか形成できない。一方、ラテラル結晶化技術は、初めに種結晶を形成させ、その種結晶を横(ラテラル)方向に成長

させるため従来に比べて長い結晶粒を形成できる。高品質多結晶Si薄膜形成技術として期待される各種のラテラル結晶化技術が提案されている²⁻⁶⁾。

本報告では、パルス固体レーザーを光源とするレーザーアニール装置を使って開発されたラテラル結晶化技術、ALCG(Advanced Lateral Crystal Growth)法⁷⁾を紹介する。本装置は固体レーザーの特徴であるエネルギーの安定性およびパルス間の精確な時間制御を活かしたダブルパルス制御方式を採用している。ALCG法は従来のELA法と同様な長尺ビームの簡便な重複走査によって連続的にラテラル成長させることが可能である。ALCG法によって作成された多結晶Si(ALCG-Si)薄膜の結晶品質をp-SiTFTの特性から議論する。量産を想定する場合、広い面積に渡って高スループットでALCG-Si薄膜を形成する必要がある。長尺細線ビームの開発が不可欠である。我等は複数ビームの合成から長尺細線ビームを開発したので報告する。また、長尺細線ビームを搭載する量産用固体レーザーアニール装置の用途展望についても言及する。

2. ラテラル結晶化技術

2.1 過冷却融液からの結晶成長

極短い時間でa-Si膜を溶融し結晶成長させるパルスレーザーアニール法では、融液の温度が融点以下になる過冷却状態が結晶成長の駆動力になり、結晶成長速度は結晶化潜熱を逃がすための熱伝導によって支配される。過冷却状態にある融液からの結晶化についてFig. 1を使って模式的に説明する⁸⁾。図中に融点より高い温度から融液を急冷する過程を表す冷却曲線とある温度を一定に保ったとき過冷却状態の準安定相から結晶の安定相に変態する時間を表すT-T-T曲線 (Temperature, Time, Transformationの頭文字)を示す。冷却曲線(a)の場合、融点以下の T_x で結晶化が生じる。この時、結晶成長の駆動力の目安となるのが融点 T_m からの温度差すなわち過冷却度($T_m - T_x$)である。冷却速度がより大きい、すなわち過冷却度($T_m - T_n$)がより大きい冷却曲線(b)の場合、温度 T_n で過冷却融液から最短で結晶化が生じる。この過冷却温度 T_n で結晶化速度が最大になるためである。更に冷却速度が増大する冷却曲線(c)の場合、もはや低温まで結晶化は起こらずガラス転移温度 T_g でアモルファス状態が得られる。以上のことから、冷却速度を大きくすると過冷却状態を表す過冷却度も大きくなるが、結晶成長速度は過冷却度と共に単調には増加しないことを示唆している。従って、パルスレーザーアニール法で大きな結晶粒を形成するためには大きな結晶化速度を得る必要があり、そのためには冷却速度のコントロールが重要になる。

2.2 ダブルパルスレーザー照射法

パルスレーザーを使って結晶核から結晶粒を成長させる様子をシミュレーション技術を使って調べた⁹⁾。ガラス基板の地下SiO₂膜にV溝(開口部100 nm, 深さ100 nm)を設けて、その上をアモルファスSi膜(平坦部の膜厚50 nm)で覆った試料にシングルパルスまたはダブルパルスから成るXeClエキシマレーザー(波長308 nm)を1ショット照射する。冷却速度を変える目的で、パラメータとしてシングルパルスまたはダブルパルス、パルス幅、基板温度の組

Fig. 1 Schematic TTT diagram for crystal growth in an undercooled melt: (a) fast cooling to form a crystal, (b) faster cooling to form a crystal at T_n for the shortest time, and (c) fastest cooling to form a glass at T_g .

み合わせによる照射条件を考える。V溝の底部では単結晶シリコンに比べて熱伝導率(室温)が2ケタ程低い地下SiO₂膜の厚さが最も薄くなるため、過冷却Si融液の中で最も早く冷却して結晶核が最初に発生する。しかも、過冷却融液での結晶核発生の確率は体積に依存するため、V溝のように底の狭いエリアでは確率的に結晶核が1個だけ発生して大きな結晶粒に成長する照射条件が存在する。Fig. 2に各照射条件下で発生する単一の結晶核が最大に成長する様子を表す。各照射条件を下記に示す：(a) シングルパルス、パルス幅：14 ns、基板温度：室温；(b) シングルパルス、パルス幅：14 ns、基板温度：350 °C；(c) ダブルパルス、パルス幅：14 ns、基板温度：室温；(d) ダブルパルス、パルス幅：120 ns、基板温度：室温の順に結晶粒が大きく成長する。パルス幅の短いシングルパルス照射では冷却が速く過冷却融液の温度が低くなりすぎ結晶粒が大きく成長できない。しかしながら、パルス幅が長いダブルパルスレーザー照射では、冷却速度の緩和に伴って結晶化速度が増大して、基板温度が室温に拘わらず大きな結晶粒を形成できる。シミュレーション結果はパルス幅の長いダブルパルスレーザー照射法が室温で大きな結晶粒を効果的に成長させる能力を有することを予測している。

2.3 プロトタイプ機

ダブルパルスレーザー照射法の結晶成長能力を検証し、連続的にラテラル成長する多結晶Si薄膜を作成するため、パルス幅約110 nsの固体グリーンレーザーを2台搭載したレーザーアニール装置のプロトタイプ機を製作した¹⁰⁾。プロトタイプ機のシステム構成をFig. 3に示す。ダブルパルスレーザー照射法の温度コントロールの要となるのがパルスエネルギーおよびパルス間の遅延時間の安定性であり、それらの変動は標準偏差値で約0.5 %以下及び3 %以下(パルス幅に対して)である。特に、結晶粒成長に敏感なパルスエネルギー変動はエキシマレーザーの半分以下である¹¹⁾。2台のレーザー発振器は、CW半導体レーザーアレイにより励起され、AOM素子によりQスイッチトリガーをかけてパルスレーザーを発振させている。第2高調波は非線形光学素子を共振器内部に配置し

Fig. 2 Growth length per a single shot for various irradiation conditions (simulation).

Fig. 3 Configuration of double-pulsed green laser annealing system.

て、グリーン光を生成している。一般的に共振器内波長変換方式は、外部変換方式に比べ、高出力IR光からの変換効率を高められるだけでなく、変換効率の安定性も高い。プロトタイプ機においては、繰り返し周波数は通常1 kHzである。冷却速度をコントロールするためにディレイジェネレーターを介し2台のパルス発振に30~2000 nsの遅延時間を設定できる。発振器から出射したレーザービームはコリメートされた後、偏光ビームスプリッターで合成され、均一化光学系に導入され、幅20 μm × 長さ17 mmの細線ビームに整形される。短軸方向のビーム形状は擬似ガウス型である。細線ビームによるa-Si膜面上への重複照射は、ダブルパルスレーザーを1 kHzで出射させながら基板を載せたステージを細線ビームの短軸方向に一定の速度で掃引して行われる。

2.4 ALCG-Si薄膜

ダブルパルスレーザーの1ショット照射によってガラス基板上的a-Si薄膜が溶融する状態をFig. 4に示す。a-Si薄膜には短軸方向の擬似ガウスプロファイルを反映して中心部の完全溶融領域とその両側に部分溶融領域ができる。部分溶融領域では基板との境界付近の底部に結晶核が存在し、完全溶融領域では結晶核は無い。部分溶融領域の結晶核の数は完全溶融領域との境界に接近するにつれて、すなわち温度の上昇に伴って少なくなる。結晶核から形成された結晶粒のサイズは結晶核の密度で決定され

Fig. 4 Crystal grain growth by one shot irradiation of a line beam.

る。結晶核が多ければ結晶粒は小さくなるし、少なければ結晶粒は大きくなる。結晶核が最も疎な完全溶融領域との境界付近で最大の結晶粒が形成される。両側の部分溶融領域に形成された最大の結晶粒が種結晶となって、固液界面を通して温度の低い過冷却融液の方に潜熱を逃し中心に向かってラテラル(横)方向に成長する。冷却過程でラテラル成長は止まり残された過冷却融液の中に多くの結晶核が発生して微結晶粒が形成される。幅20 μm × 長さ17 mmの細線ビームを使用した時ダブルパルスレーザーの1ショット当たりのラテラル成長の長さはシングルパルスレーザーに比べて2倍以上確保でき、照射条件やa-Si薄膜をコントロールすることでFig. 5に示すように最大で約8 μm まで引き伸ばすことが可能である。

ALCG法による連続ラテラル成長のプロセスをFig. 6を使って説明する。ダブルパルスレーザーの第1ショットでは、Fig. 5で示したように短軸方向に沿って成長した4 μm 以上の長さの結晶粒からなる結晶組織が、長尺方向に沿って帯状に形成される。第2ショットでは、第1ショットで形成された帯状の結晶粒組織の幅より短いステップ幅だけビーム位置をずらして照射する。第1ショットで形成された前方の帯状の結晶組織はより高温で照射され溶融し消滅して新たな位置に帯状の結晶組織が形成される。一方、第1ショットで後方に形成された帯状の結晶組

Fig. 5 SEM image of the maximum grain growth by one shot irradiation of a line beam.

Fig. 6 ALCG process flow diagram.

織はより低い温度で照射されるため残存し種結晶となってレーザービームの走査方向に向かって更にラテラル(横)方向に成長する。これを繰り返すことで第1ショットで形成された種結晶粒は連続してラテラル成長が可能になる。長尺ビームを重複走査する照射エリアの中で結晶粒を効果的に繋いで行くALCG法は、グリーン波長によるアモルファスシリコンと単結晶シリコンの約1ケタ異なる光吸収係数を有効に活用するラテラル結晶成長手法と言える。

ダブルパルスレーザー照射法(第1および第2パルスエネルギー密度: $E_1 = 725 \text{ mJ/cm}^2$ & $E_2 = 650 \text{ mJ/cm}^2$, 遅延時間: $\lambda = 900 \text{ ns}$)で細線ビーム(幅 $20 \mu\text{m}$ ×長さ 17 mm)を $4 \mu\text{m}$ ステップ幅で重複走査して連続的にラテラル成長させたALCG-Si薄膜のSEM像およびAFM像をFig. 7に示す⁷⁾。拡大SEM像の連続した結晶粒界が示すように、ショット間($4 \mu\text{m}$ ステップ走査)の継ぎ目でも結晶粒成長が途絶えることなく形成されている。連続的にラテラル成長したALCG-Si薄膜の表面粗さ(rms)が $20 \mu\text{m}$ 角エリアで評価され、 4.5 nm の平滑面が得られた。従来のELA法により得られた多結晶Si薄膜の表面粗さに比べて半分以上に改善された。ALCG-Si薄膜の面方位分布を表すEBSP(Electron Backscattering Diffraction Pattern)分析結果をFig. 8に示す。Fig. 8の逆極点図(Inverse Pole Figures)は法線方向(Normal Direction: ND)とラテラル成長方向(Rolling Direction: RD)での各面方位(001), (101), (111)の分布の偏りを示す。ラテラル成長方向に対しては最大の成長速度を持つ(001)面が優位であり、膜面の法線方向に対しては(101)面が優位である⁷⁾。

2.5 ALCG-SiTFT特性

石英基板上にALCG法で作成した多結晶Si薄膜の結晶品質を評価するために、nチャンネルALCG-SiTFT(チャンネル長/チャンネル幅: $5 \mu\text{m}/5 \mu\text{m}$)を高温プロセスで試作してその特性を調べた¹²⁾。TFT作成工程の中のゲート酸化膜形成およびソース・ドレイン(S/D)の活性化のように結晶品質以外のプロセスでALCG-SiTFT性能が影響されるのを避けるために、プロセスが確立した高温プロセスを採用した。ALCG-SiTFTの電流を流す方向、すなわちS/D方向はラテラル成長方向に対して平行と垂直に配置された。ALCG-Si薄膜の結晶品質の指標となるALCG-SiTFTの移動

Fig. 7 SEM and AFM images of the ALCG-Si thin-film.

Fig. 8 Inverse pole figures of EBSP for the ALCG-Si thin film: the left figure is described in ND and the right figure in RD.

度は、電流が結晶粒界に平行に流れる場合、単結晶に近い $600 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ レベルに達する。他方、電流が結晶粒界に直交して流れる場合、その3分の1程度になる。この移動度の違いは結晶粒界でのキャリア散乱によるものである。また、Fig. 9に示すように移動度の温度特性からALCG-Si薄膜の結晶品質を評価する。比較検討のため単結晶MOS(Metal Oxide Semiconductor)トランジスタ¹³⁾とCW固体レーザーで作成した高移動度のCLC-SiTFT³⁾の移動度の温度変化も引用してある。移動度の高いTFT程、その温度変化は単結晶のMOSトランジスタに近い。電流が結晶粒界に平行な場合、結晶粒界による散乱の影響が少ないためキャリアの散乱機構の中でフォノン散乱が支配的となっている。電流が結晶粒界に平行に流れるnチャンネルALCG-SiTFTの高移動度およびその温度変化から、ALCG-Si薄膜は結晶性の指向性があるが単結晶並みの結晶品質を有することが実証された。

3. 量産用固体レーザーアニール装置への対応

次世代ラテラル結晶の量産化アニール装置として、量産装置として実績のあるELAと同様の手法である 100 mm 超のロングビームによるスキャン照射を採用した。これまで提案された先駆的な手法として幅数 μm の超細線ビー

Fig. 9 Temperature dependence of the normalized field effect mobility for various transistors.³⁾

ムを用いるものがある^{4,14)}。しかし焦点深度が浅い故にフォーカス合わせのリアルタイム制御が必要となり、規則的に発生する粒界部にTFT配置を避けるためガラス基板全面に渡って高精度な位置合わせが必要となる。それら高精度な装置管理が技術面およびコスト面から量産化装置としての障害になると考えたためである。そこで、前述の通り従来ELA同様にラインビームでの大面積一括スキャン照射方法を採用し、加えてガラス基板のうねりやそりによるフォーカス変動を照射中にその都度補正する必要がない程度の光学系焦点深度を確保する、ということ量を産装置のコンセプトとした。そしてこのコンセプトに沿うよう光学系の仕様を、ビーム長 >150 mm, 焦点深度 $>\pm 25$ μm とした¹⁵⁾。焦点深度はビーム強度が4%以下の変動に収まるフォーカス範囲と定義している。

固体グリーンレーザーを用いたときの量産装置最大の課題はその出力である。近年高効率で長寿命な光源が開発・商品化され、その出力も100 Wを超えるものが産業用途向けに出現してきている。しかしエキシマレーザーと比較すると依然見劣りし、しかも長尺ビーム長さに直結するパルスエネルギーに至っては、エキシマレーザーの1/10以下である。このような状況で我々は、ビーム幅を0.05 mm以下に細線化することにより長尺化を図ること、およびビーム合成技術により複数台のレーザーを合成し出力増大を図ること、により前記仕様の量産装置を実現する

Fig. 10 (a) Long axis profile with the combined laser beams.
(b) Short axis profile with FWHM = 0.01 mm.

こととした。

ビーム合成は、偏光ビームスプリッターによる互いに直交する直線偏光ビームの合成に加えて、ラインビーム長軸方向にビームを継ぎ合わせる空間的な合成方法を複合した。これにより最大10本までのビームを合成し、150 mm長の均一ビームが形成されることをシミュレーションにより確認した。また4台合成の装置を試作し150 mm $\times$ 0.01~0.05 mmビームが形成されることを確認した。Fig. 10 (a) (b)にビームプロファイル測定結果を示す。(a)は長軸、(b)は短軸プロファイルである。ビームプロファイルはガラス基板上に形成される均一ビームをCCDカメラ上に20倍で拡大結像させることにより取得した。また長軸方向の分布は、短軸プロファイルを長軸方向に沿って5 mmピッチで取得し各測定の強度ピーク値を繋ぎ合わせた結果である。短軸幅はFWHMで0.01~0.05 mmが、長軸長さは均一部で150 mm以上のサイズが得られている。長軸側強度ユニフォームリティに関しては、サンプリングピッチが5 mmという粗い測定から導いた結果ではあるが、ピーク-ピーク値(p-p): $\pm 1.2\%$, 標準偏差値(σ): 0.57%が得られている。Fig. 11は長軸方向の干渉縞強度を見るために長軸方向のサンプリングピッチを0.1 mmとして長軸中央付近2 mmレンジの強度分布を測定したものである。2光束干渉の原理から0.5 mm周期の干渉縞のコントラストが最も大きいと予想されるが、本図からはそのような周期の強度分布は観測されていない。合成技術によるラインビーム形成が実証できたと考える。

ビーム合成による出力の増大は装置の信頼性向上にも寄与する。1台当たりの発振器に対する光学および熱的負荷が小さいため光学素子の寿命向上に効果がある。また、1台当たりの発振器のサイズも小型化できメンテナンス性高く、ダウンタイム短縮にも効果があると考えている。

我々は本装置を有機ELパネル向けにも適用することを考えている。有機ELパネル用途には結晶サイズの均一性がより厳しく求められ、このサイズ均一性に直結するパルスエネルギー安定性はLCD以上の厳しい要求がある。合成されたビームのエネルギーばらつきは統計的に1台あたりのエネルギーばらつきの $1/\sqrt{N}$ (N = 合成ビーム本数)となり、エネルギー安定性に対してもメリットは大きい¹⁶⁾。

Fig. 11 Interference pattern intensity along the long axis.

Table 1 Specifications of the solid-state green laser annealing system.

	Double pulse	Single pulse
Laser power[W]	150 x 2	300
Repetition rate[kHz]	3	3
Pulse energy[mJ]	50 x 2	100
Pulse duration[n s]	~150	~150
Energy stability[%]	<0.5	<0.5
Life time of LD[hours]	>5000	>5000
Beam dimensions[mm ²]	75 x 0.01	150 x 0.05
Max. Energy density[J/cm ²]	1 x 2	1
Long axis uniformity[%]	< ±2	< ±2
Scanning step[μ m]	4	5 (90% overlap)
Glass substrate size [mm ²]	730 x 920	730 x 920
Process time[s/panel]	760	300

装置の仕様をTable 1に示す。高移動度結晶化用途では、ダブルパルス照射を用いるためビーム長がOLED用途の半分の75 mmとなる。しかし第2章で述べたように1パルス当たりの結晶サイズはシングルパルスの約2倍以上の4 μm強のサイズが得られている。スループットの項は走査ステップサイズを4 μmとして試算している。また有機ELに求められる均一な結晶粒形成ではダブルパルスは必要なく長軸ビーム長は150 mmとして利用できる。ビーム長の切替は光路中1光学素子の交換で実現できるため、切替え装置の付与で高移動度結晶化と有機EL両用途を1台の装置で対応可能となる。

今後は生産現場での実プロセス実証を進めると共に、顧客ニーズに沿って更なる長尺化と高スループット化を狙う予定である。

4. まとめ

ダブルパルス制御方式の固体グリーンレーザーアニール装置を使って高品質多結晶Si薄膜形成技術であるALCG (Advanced Lateral Crystal Growth)法を開発した。細線ビームを簡便な重複走査によってラテラル(横)方向に連続的に結晶成長させることができた。NチャンネルALCG-SiTFTは結晶粒界に平行に電流を流したとき600 cm²/Vsレベルの移動度が得られ、またその移動度の温度変化からも単結晶並みのトランジスタ特性が得られた。

4台のグリーンレーザー光源からのビームを空間的に重畳させる光学系を開発し、ビーム合成技術によって10 μm幅の長尺細線ビームを形成できた。パルス間の遅延時間が必要な次世代LTp-SiTFT用には長さ75 mmを、その遅延時間が必要ない有機EL用には長さ150 mmを使い分ける。用途に応じて長尺細線ビームを用意することで低温多結晶シリコン薄膜を製造する量産用固体レーザーアニール装置に目処をつけた。

謝 辞

本研究を推進するに当たりサポートして頂いたグループリーダーの佐々木 卓也氏および有意義な議論やアドバイスを頂いた明石 友行博士に感謝致します。論文作成に協力頂いた桜木 進氏、若林 直木氏に感謝します。

参考文献

- 1) S. Uchikoga: MRS Bulletin **27** (2002) 881.
- 2) J. S. Im and R. S. Sposili: MRS Bulletin **21** (1996) 39.
- 3) A. Hara, F. Takeuchi, M. Takei, K. Suga, K. Yoshino, M. Chida, Y. Sano, and N. Yoshino: AM-LCD'02 (2002) p.227.
- 4) M. Hatano and T. Shiba: SID 02 Digest (2002) p.158.
- 5) K. Tamagawa, H. Ikeda, T. Ohnishi, K. Kuwahara, M. Kikuchi, M. Hayama, and K. Nakamura: IDW'03 (2003) p.585.
- 6) D. S. Knowles, J.-Y. Park, C. Im, P. Das, T. Hoffman, B. Burfeindt, H. Muenz, A. Herkommer, P. C. van der Wilt, A. B. Limanov, and J. S. Im: SID 05 Digest (2005) p.503.
- 7) T. Kudo, K. Yamazaki, and T. Akashi: IDW'04 (2004) p.619.
- 8) F. E. Luborsky: Amorphous Metallic Alloys (Butterworths, 1983) p.144.
- 9) T. Kudo, D. Ichishima, T. Harii, and C.-G. Jin: AM-LCD'01 Digest (2001) p.171.
- 10) K. Yamazaki, T. Kudo, K. Seike, D. Ichishima, and C.-G. Jin: AM-LCD'02 Digest (2002) p.149.
- 11) T. Kudo, D. Ichishima, and C.-G. Jin: AM-LCD'00 Digest (2000) p.125.
- 12) S. Sakuragi, T. Kudo, K. Yamazaki, and T. Asano: IDW'05 (2005) p.965.
- 13) F. F. Fang and A. B. Fowle: Phys. Rev. **169** (1968) 619.
- 14) B. Fechner, M. Schiwiek, H.-J. Kahlert, and N. Kobayashi: Proc. SPIE **4830** (2003) 283.
- 15) K. Yamazaki, K. Seike, and T. Kudo: CLEO/Europe EQEC'05 Conference Digest (2005) CM-5.
- 16) 常見 明良, 工藤 利雄, 山崎 和則: 第65回レーザー加工学会講演論文集 (2005) p.237.

レーザーワード

ラテラル結晶化技術(lateral grain growth technology)

レーザービームの走査方向(横方向)に沿って結晶粒を細長く成長させる低温多結晶シリコン薄膜トランジスタ(LTp-SiTFT)の高品質多結晶シリコン薄膜形成法である。従来のLTp-SiTFTの多結晶シリコン薄膜形成法では、ランダムに発生する結晶核を起点として成長させるため大きくても0.5 μm程度の結晶粒しか形成できない。そのためTFTの電流が流れるチャンネル内にキャリアの散乱中心となる結晶粒界が必ず存在して、高移動度TFT製造のネッ

クになっていた。初期に発生する結晶粒を種としてラテラル成長させるLTp-Si薄膜の組織は、そのチャンネル幅より長い結晶粒から構成されているため、結晶粒の長手方向に電流を流す場合キャリアの散乱中心となる結晶粒界の影響が小さく単結晶並みの高移動度が得られている。ラテラル結晶化技術は各種回路をガラス基板に集積一体化するシートコンピュータを実現するキー技術として期待されている。(工藤 利雄)