

TFTアレイ用フォトレジスト

東京応化工業

1. はじめに

TFTアレイ用フォトレジストは、LCDパネルにおけるトランジスタ製造工程で用いられている。近年では、基板サイズの大型化やリソグラフィ工程の削減などにより、フォトレジストに対する要求も多様化している。本稿では、市場要求に対する当社の開発状況について紹介する。

2. レジスト開発の歴史

図1に当社のTFTアレイ用フォトレジストのロードマップを示す。当社では、第1世代の基板サイズからTFTアレイ用フォトレジストを積極的に開発している。当初は高感度化によるスループットの向上が大きなテーマであったが、基板サイズの大型化と塗布方式の変遷

によって要望も多様化している。以下に、当社のTFTアレイ用フォトレジストの世代別ラインナップを解説する。

第4世代までは、基板サイズの大型化に伴うスループットの改善が要求され、高感度化と、基板面内の寸法均一性の向上を重要項目として改良された「TFR-2500」、「TFR-1000H」を上市した。TFTのメタル配線にはMo/AlやCuなどを使用することが多く、回路線幅の微細化に伴い、ウェットエッチング時のメタル膜との密着性向上が要求されるようになった。この要求に応え、メタル膜との密着性を向上した製品が「TFR-1070」である。また、現像後のパターンの耐熱性を向上させて、高イオンドーピングへの耐性を実現した製品が「TFR-1250」である。

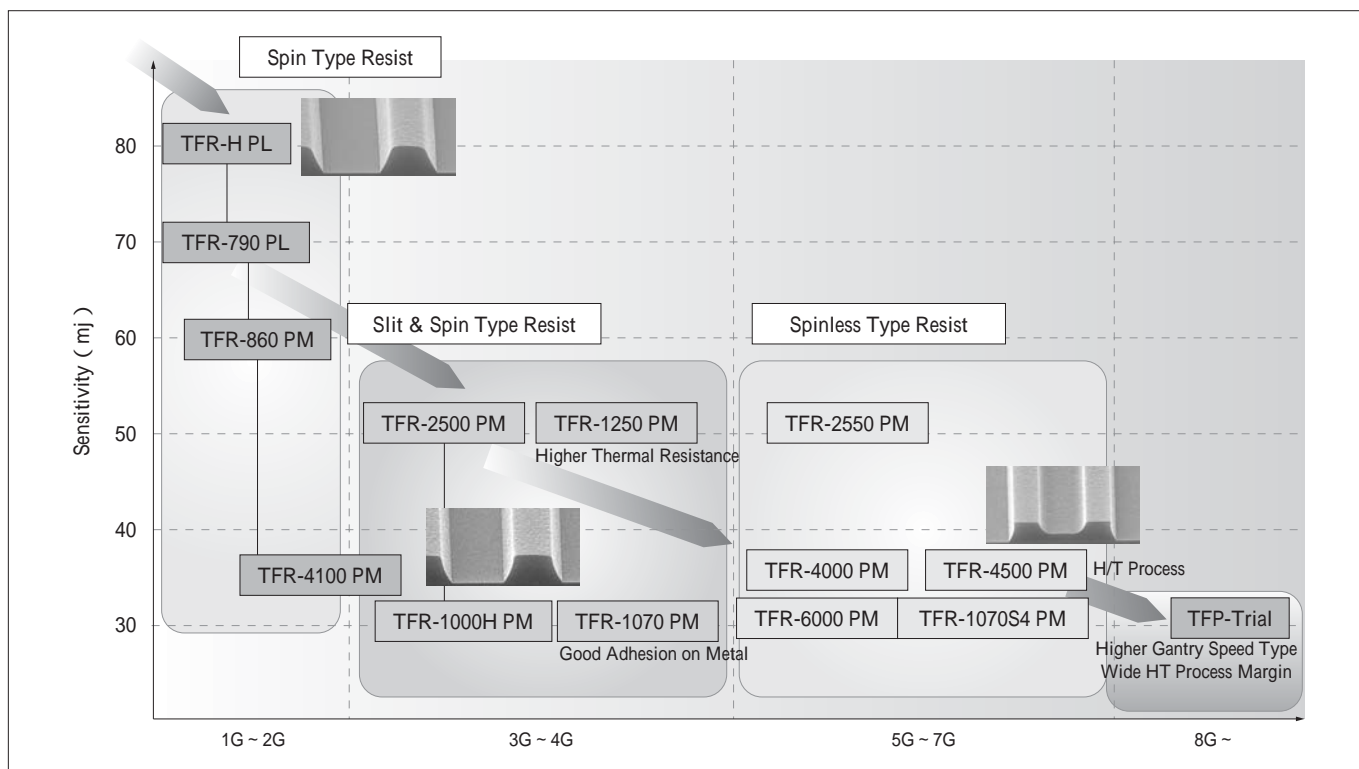


図1 TFTアレイ用フォトレジストのロードマップ

第5世代基板以降では、塗布方式がスピン方式から非スピン方式へ変更され、それまでのリソ特性に加えて塗布特性が重要な要求となったため、それに対応した開発が急務となった。当社では塗布装置の開発も行っており、“M&E (Material&Equipment)”の協業によるメリットを活用し、非スピン方式での良好な塗布特性を実現している。前述のTFR-2500、TFR-1000H、TFR-1070を非スピン対応として改良したのが、「TFR-2550」、「TFR-6000」、「TFR-1070S4」である。

以上のように、第4世代基板以降の開発では、高感度化に加えて塗布方式を考慮した材料設計が必要とされている。

3. 非スピン塗布用フォトレジストの開発

第6/第7世代基板以降においては、高感度かつ非スピン塗布装置における高速なノズル移動速度での膜厚均一性に優れた「TFR-4000」を上市した。図2にTFR-4000の非スピン塗布での塗布均一性データを紹介する。

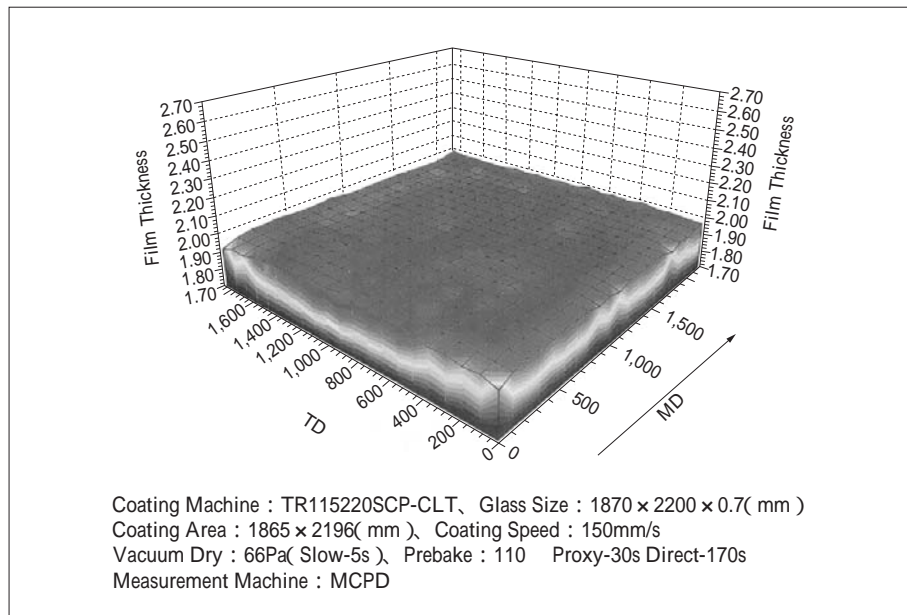


図2 「TFR-4000」の塗布均一性データ

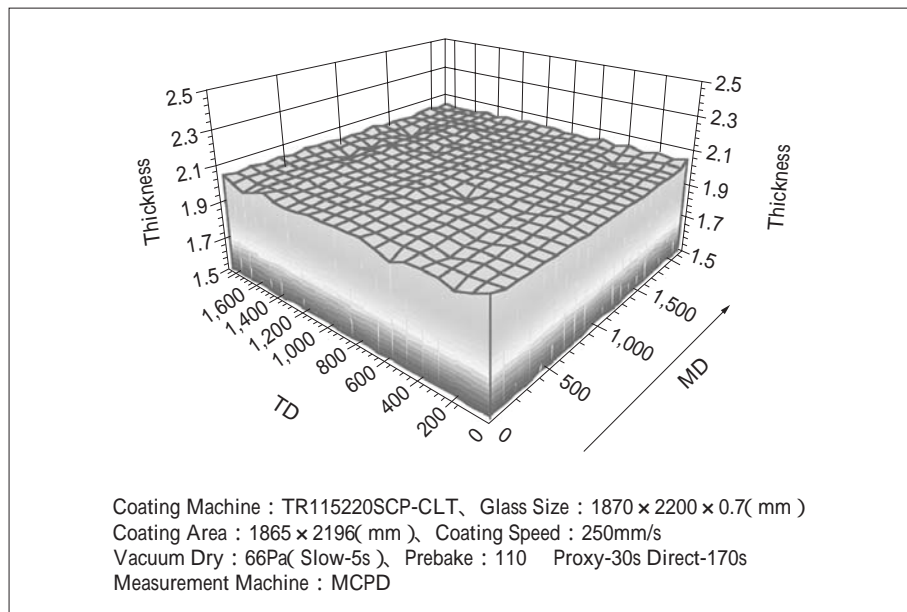


図3 「TFR-391」の非スピン塗布データ

塗布装置に関しては、当社の「TR115220SCP-CLT」が、基板サイズは1870 × 2200 × 0.7mmで、ノズル移動速度150mm/sの塗布条件にて、基板端部10mmカットで±2.08%の膜厚面内均一性を実現している。

近年では、ノズル移動速度250 mm/sの高速化への要望を実現するための開発も行っている。しかし、ノズル移動速度の高速化に伴い、塗布時の液切れの発生が問題となる。また、高速塗布はフォトレジストの低粘度化で対応可能だが、同時に固形分も低下してしまうと塗出量が多くなり、溶剤の揮発むらが発生しやすくなってしまいます。その対策を行った試作品「TFR-391」の非スピン塗布データを図3に紹介する。ノズル移動速度250mm/sの塗布条件にて、基板端部20mmカットで±1.78%の膜厚面内均一性を達成している。

4. HT Maskプロセス対応フォトレジストの開発

近年の基板サイズの大型化に伴い、スループット向上を目的として製造工程削減が検討されている。その1つとしてHT Maskを用い、リソ工程を削減する手法が挙げられる。具体的には、TFTは通常5回のリソ工程を経て形成されるが、これを4回の工程にする手法がある。

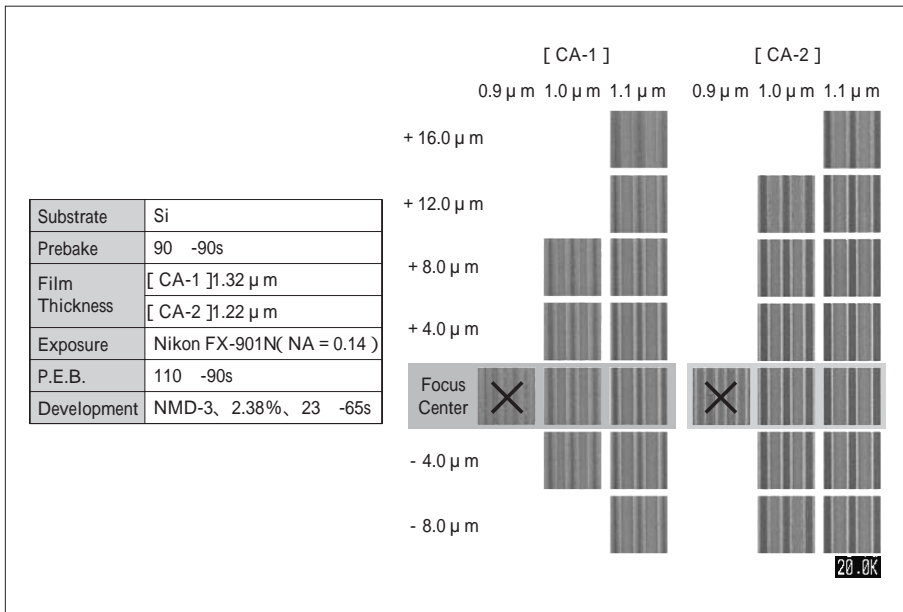


図4 化学増幅型フォトレジストのデータ

この手法では中央にHT部分を持つ凹パターンの形成が必要とされ、凹部膜厚の面内均一性が要求される。この特性を得るためには、露光量に対する凹部膜厚の変化率を小さくする必要がある。つまり、低コントラストな設計のフォトレジストが適している。また、凹部膜厚の変化率は膜厚と現像時間に依存し、塗布膜厚を厚く、現像時間を長くすることがプロセス的に好ましい条件となる。

5. i線用フォトレジストの開発

近年の中小型LCDパネルでは、付加価値の高いパネ

ルの開発が取り組まれている。それにより線幅の微細化が要求され、露光機も従来のg/h/i線ブロードバンドから、より解像力の得られるi線単波長の露光機が登場しており、当社においても、それに合わせたフォトレジストの開発を重要課題としている。

従来のフォトレジスト材料から感光剤のベース骨格を変更し、この感光剤に適した樹脂の最適化を行った。その結果、i線露光機に対して優れた解像力と焦点深度を実現した「TSDR-Di500」を上市している。

現在ではさらなる微細化と面内の線幅均一性に対して、従来のナ

フトキノンジアジド(NQD)-ノボラック樹脂系のフォトレジストだけでなく、より微細化への可能性が高い化学増幅型フォトレジストの開発も進めている。図4に、優れた解像力と焦点深度を実現した化学増幅型フォトレジストのデータを示す。最新の「CA-2」は、NA = 0.14の低NA露光機にて、1.1 μm L/S (40mJ/cm²)において24 μmの焦点深度を確保している。また、従来の「CA-1」に対してパターンのプロファイル形状の改善も達成しており、パネルメーカー、装置メーカーと協力しながら開発を進めているところである。