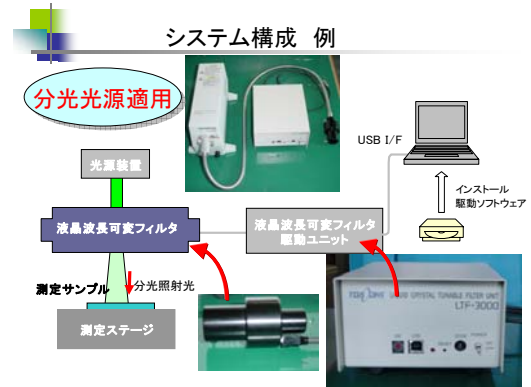
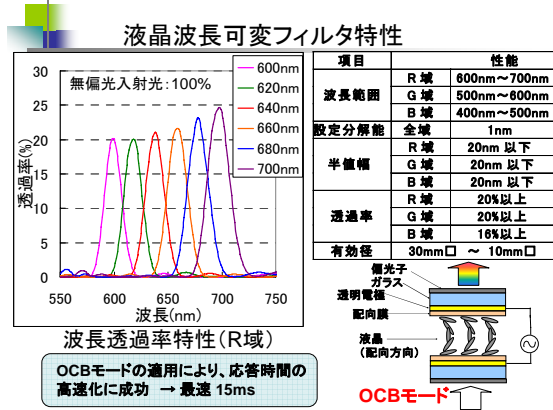


現・製作可能であることを明らかにした。



同時にアプリケーション調査を行い、各アプリケーションでの解析方法に即した液晶波長可変フィルタの動作方法について検討した。以上より液晶波長可変フィルタの設計条件を明確化し試作を行うことで、信頼性を含めた要求特性の実証により製品化に向けた基盤を確立した。今後はアプリケーション調査結果より得た要求特性をふまえフィルタの再設計、開発した駆動系・光学系の改良を行い、更なるフィルタ特性の向上とともに製品化を実現する。

今後の取組：

波長可変液晶分光フィルタについては、東亜DKK(株)の協力により、市販品とは原理が異なるOCB方式液晶波長可変バンドパスフィルタを開発に成功した。本方式の特徴は市販品と比較して高い透過率、高速応答性にある。さらにこれを用いて2次元画像スペクトル解析装置に発展させ、商品化を実現した。

この商品については、富山大学等が取り組みしている「森林セラピーの生理的効果の科学的解明」プロジェクトにおいて、どの周波数の光が森林セラピーに貢献しているかを調べるために、森林画像の波長分光解析装置として販売(約150万円)された。

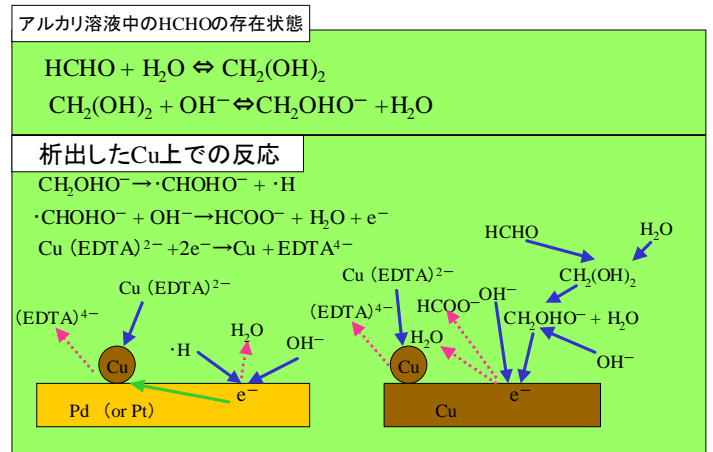
今後の展開として、バイオ分野で分析装置の開発を検討中である。また、液晶波長可変フィルタの事業化を進めていくためには、OCB液晶セルづくりを事業として取り組みする県内企業が不可欠である。東亜DKK(株)としては、波長可変液晶分光フィルタの適用アプリケーションを検討しているが、実用化を進めていく上で青森県内企業によるOCB液晶セルづくりや、画像分光アプリケーションの開発など協業を希望しているため、現在、中核機関と新技術エージェントが連携して青森県内企業を探索している。

サブテーマ名：B-1 新駆動素子構造の創出

小テーマ名：B-1-1 選択アディティブ配線形成技術及び装置の開発

【『選択アディティブ配線形成技術開発』と『選択アディティブ配線形成装置開発』の二つの小テーマを統合】

大画面ガラス基板に適応可能な新規な選択アディティブ配線技術を開発し、低容量、低抵抗、かつ平坦な配線構造の形成技術を開発する。これにより、従来のTFT基板のゲート線、ソース線(信号線)が、基板の大型化に伴い、配線容量・抵抗積が増大し、片側に駆動回路を配置した駆動方式では全画素に駆動信号を電圧劣化および遅延なく伝搬させることが困難になるという課題を解決する。また、配線の平面積を小さくすることにより開口率を高めると同時に、配線の充放電容量を低減することにより低消費電力化も同時に実現する



EDTA:エチレンジアミン四酢酸

ことを目的に取組してきた。

フェーズ I :

大画面、高精細化に伴うガラス基板配線の長大化、配線容量の増大による信号遅延に対処するため、配線幅を広げず、配線抵抗および容量を増加させない配線材料の選定と配線構造の実現が必要である。透明感光樹脂をパターンニングし、これに無電解、電解のメッキ法を用いて選択的に埋め込み配線を施す方法を提案し、フィールドシーケンシャル駆動で従来の3~9倍速駆動が要求される大型パネルにおいてもこの手法で十分に信号伝達動作ができることをシミュレーションにより確認した。また、透明感光樹脂をパターンニングし、所望の配線部分にのみCuをメッキにより析出させる方法を検討した。

また、本研究のメッキによる配線形成を行なうには、従来のディップ法によるメッキでは配線膜厚を一定に制御することが困難であるため、高精度かつ高速に膜厚を形成できる装置の開発を行なった。

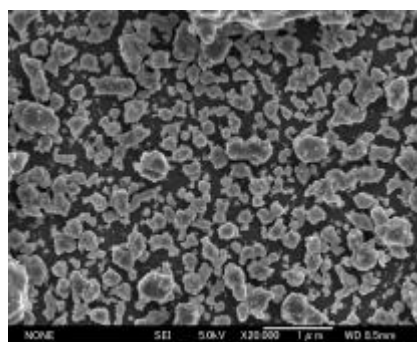
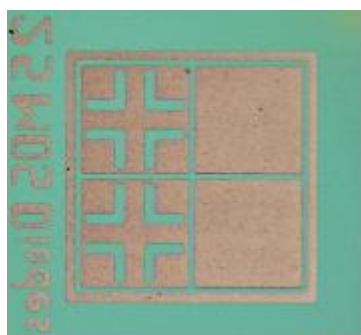
透明感光樹脂への要求特性については、基板上のパターンニングに用いられる透明感光性樹脂には、光を十分に透過できるという特性が要求される。

ベークされた後の樹脂の厚さは配線の厚さと同程度であり1 μ m以上の厚さが要求され、この時の透過度は98%以上が望ましい。また、その後のトランジスタ形成工程や洗浄工程を考えると、耐熱性も少なくとも250 $^{\circ}$ C以上、吸水性0.1%以下が要求され、耐薬品性耐プラズマ性も良好なものでなくてはならない。さらには配線容量を増加させないためには、誘電率の低い材料が要求される。少なくともベーク後も透明を維持している透明感光樹脂を選定して以上の項目について評価した。

従来の無電解メッキでは、金属イオンは溶液中に錯イオンとして存在している。これが、金属表面に接した時に錯体より強いエネルギーで金属イオンを分離し、電子を与えて金属を析出させるという機構である(図1)。このエネルギーは溶液や固体表面の酸化還元電位によって決定されるため、溶液よりも酸化還元電位の高い基板表面には電子が放出されて金属が析出し、酸化還元電位の低い表面では析出しないこととなる。この原理に従えば、溶液中に金属イオンは錯体として存在させる必要がなく、金属イオンとして存在する溶液のみで、無電解メッキにより金属を析出させることができる。これを確認するために、Si基板上にSiO₂をパターンニングした試料を作製し、硫酸銅溶液に浸漬して銅の析出を観察した。

選択性無電解メッキについて、実験では、超純水に硫酸銅を溶解した溶液、これに

0.1%フッ酸を添加した溶液を用い、無電解メッキの状態をSEMで観察した。超純水に硫酸銅を溶解しただけの溶液では、Si基板上へのCuの析出は見られなかったが、0.1%フッ酸を添加した溶液ではCuの析出が見られた(図3)。これは、Cu²⁺イオンはSiに比べて高い酸化還元電位を持つため、シリコン表面から電子を引き抜いて還元されてメタルCuとなって析出したものと考えられる。電子を引き抜かれたSiは酸化されてSiO₂となるが、希フッ酸により直ちにエッチングされる。電気的に活性な部分から電子を受け取って析出したCuを核として、SiとCu²⁺イオンの電子交換を促進して、金属粒子として成長したものと考えられる。



このことから、大型ディスプレイに対応できる配線形成方法として、厚膜の平坦化メッキ法について検討した。平坦化するためには、透明感光性樹脂の特性を把握することが不可欠であるが、少なくとも透過性を評価したところ良い特性が得られていることがわかった。その他の特性についても良好な結果が得られているが、耐プラズマ性など、ディスプレイの製造プロセス全体に渡って適用可能か

どうかの評価が必要である。

配線の形成材料であるCuのメッキについては、電気陰性度の高い材料と低い材料の組合せを用いると、従来のような高濃度の薬液を使用しなくても、金属を析出させることが可能であることがわかった。フェイスアップ方式の装置については、薬液送出、薬液吸入、温度管理、pH管理ができていることが確認できた。しかし、無電解メッキ液をガラス基板上に落下するように送出すると、そこから金属膜のはがれが生じることがわかり、薬液がガラス基板にできるだけ水平に供給されるようにノズルの形状を工夫している。

今後、透明感光樹脂は、全ての基板製造プロセスの条件で適用可能かどうかの評価を続ける。また、選択性無電解メッキについては、電気陰性度の違いで金属が析出することがわかったので、これを膜状に形成すること、ガラス基板との密着性を増強させることを目標に配線形成を実現していく。開発した装置を用いて、金属膜を成膜するとともに、6から15インチと広面積の基板についても均一な膜厚が得られるメッキ法を確立する。

フェーズⅡ：

16年度及び17年度に小型基板実験系で配線形成の要素技術開発を概ね完了した。事業最終年度の18年度はこれを大型基板に適応するべく、青森県内のA社と協力して、小型の実験系で得た条件を15インチ基板の試作に拡大発展させた。具体的には、次の材料や工程を新たに変更した。①下地樹脂の組成 ②下地樹脂の表面改質方法 ③樹脂のバイク温度 ④触媒の基板片面付与方法 ⑤各ウエット工程の容器のサイズ・材質 ⑥透明感光樹脂の露光・現像条件。こうした工程変更により、15インチゲート配線基板の試作品を完成させた。

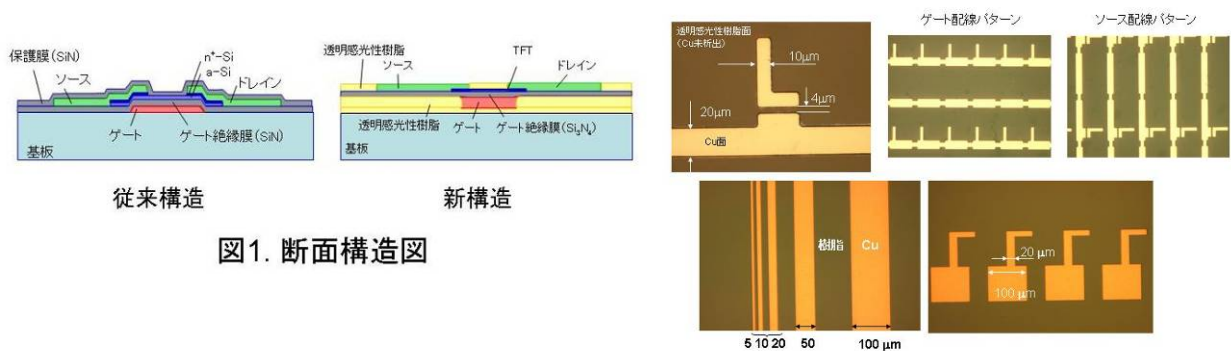


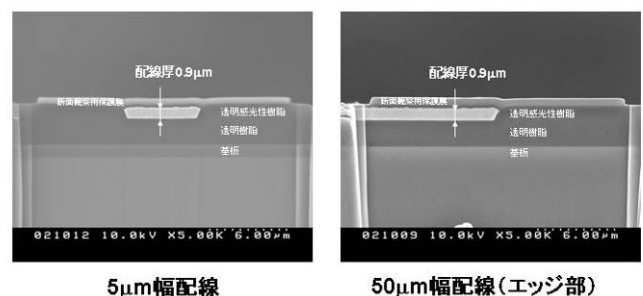
図1. 断面構造図

図3. 拡大写真

○具体的な成果内容：

- (1) ガラス基板上に透明かつ耐熱性の高い下地樹脂層を設け、その樹脂の表面を改質し密着剤を付与することにより触媒を強く結合させ、結果として無電解銅を均一に密着性良く析出させることができるという新たなプロセスを見いだした。
- (2) 各工程の材料・薬液の選定を行い、工程の順序を考慮し、プロセス条件の最適化、工程のマージン拡大・安定化に配慮した工程改良実験を重ねた結果、最終的に、低抵抗率、高密着性、高耐熱性、高分光透過率、高平坦性、高選択性そして高純度な銅選択アディティブ配線形成プロセスを確立した。
- (3) 37cmx 47cm ガラス基板上に15インチFPDゲート銅選択アディティブ配線を試作することに成功した。
- (4) 得られた最終的なスペックを列挙する。

- ① 試作ガラス基板 37cmx 47cm、②配線パターン幅 5µm ~ 200µm、③抵抗



5µm幅配線 50µm幅配線(エッジ部)
透明感光性樹脂の溝内に配線幅に依存しない平坦なCu配線を選択的に形成

図4. 断面SEM像

- 率 $<3.5 \mu \Omega \cdot \text{cm}$ 、
- ④密着性 $> 40\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、⑤
 - ⑥
 - ⑦銅表面平坦性 $Ra \approx 8\sim 11\text{nm}$ 、
 - ⑧
 - ⑨配線銅に異物混入なし（高純度銅）
 - ⑩樹脂上の銅付着検出なし（完全な選択性）⑪膜厚均一性 5%以内

今後の取組：

選択アディティブ配線形成技術について、最終的に、低抵抗率、高密着性、高耐熱性、高分光透過率、高平坦性、高選択性そして高純度な銅選択アディティブ配線形成プロセスを確立した。

今後、フラットパネルディスプレイのみならず、LSI 分野やプリント配線分野において高密度配線形成技術として将来的に期待されると同時に、下地基板を選ばない工程であるため、様々な基板に選択めっきを行うことが可能となる。

現在、青森県工業総合研究センターが中心となって、携帯電話の反射板への適用、マイクロモーターのコイル製造、プリント配線分野などへの適用について検討している。