

# イメージセンサー用材料

## Materials for CMOS/CCD Image Sensors

電子材料事業部 実装材料部

Packaging Materials & Testing Contractor Dept., Electric Materials

### はじめに

CMOSイメージセンサー(以降CISと略)は、旧世代の半導体製造ラインを再利用できるため、国内外の大手半導体メーカーが手がけている。近年は300mmウエハ用ラインの新設など、新たな投資へ踏み込むメーカーも出てきた。グローバルでの出荷量が10億個を越えるようになった現在、CIS市場は携帯電話が牽引している。そのCIS搭載率は、爆発的に増大した2006年以降も増大し、2008年末現在70%程度までに至ったと言われている。携帯電話に次ぐ用途としては、デジタルカメラ/ビデオを筆頭として、車載や監視といった新規用途が後続するが、この構図は2015年まで継続する見通しと言われている。つまり2015年までは携帯電話がCIS市場を牽引し続ける見通しである。

CISの多画素化の勢いは留まることを知らず、携帯電話でさえ1000万画素の搭載が議論されるようになってきている。そのため、既存のCIS構造では感度的に限界となり、各社この打開策としてイノベーション創出に凌ぎを削っている。

これに適用される材料もこの動きに的確かつ柔軟に対応していく必要がある。

また多画素化による高感度化の一方で、材料の高耐熱化も強く求められるようになってきている。これは携帯電話分野でNokiaが提唱している半田リフロープロセスの標準化が進んでいることが大きな要因である。また車載や監視用途でも、その使用環境が厳しいため高耐熱は必要不可欠とされる。

### JSRのCIS材料

上市以来10年を数えるマイクロレンズ材料を筆頭に各種平坦化膜やカラーフィルター材料など、JSRはCISオンチップ用材料を開発・量産化させ、CIS材料メーカーとしても成長を遂げてきた。最近では高低屈折率材料のラインアップを強化させるとともに、モジュール分野への参入も積極的に取り組み、顧客にトータルソリューションを提供できるよう事業拡大を進めている。材料の一覧を図1に示す。

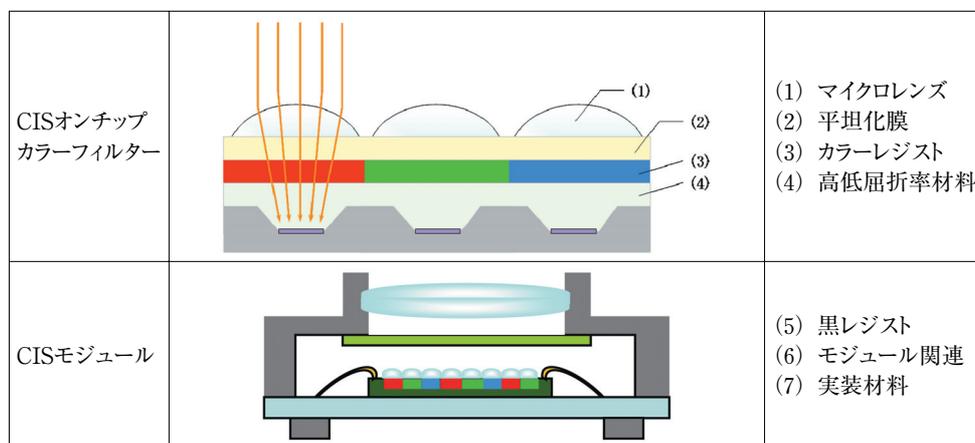


Figure 1 JSR's materials lineup for CIS.

## JSRのCIS材料の特徴

### (1) マイクロレンズ

JSRのマイクロレンズ材料は、半導体製造用のフォトレジストやLCD用材料の設計とは大きく異なり、単に感光性(リソグラフィによるパターンニング特性)を有するのみならず、レンズ形成に適した熱フロー性や、高感度を得るために高い透明性を保持させた非常にユニークな材料である。フォトレジスト事業で培った技術をベースに、熱架橋性と熱フロー性を同時にバランス良く付与するよう分子設計を施した。これを業界スタンダードとして技術確立させた上で、更に顧客と共に次世代技術を見据えた新規材料の開発についても積極的に取り組んでいる。具体的には、①更なる多画素化に向けた新規マイクロレンズ形成法(グレースケールマスク法)への対応や、②半田リフロー時の透明性

低下の抑制(高耐熱透明材料の開発)などである。

①のグレースケール法は、従来のメルト法(ドットパターンを熱フローによりレンズ形成させる手法)では形成困難な狭ギャップのレンズアレイ形成に有効な技術である。このためレンズ材にはマスクデザインに合わせた特殊なリソ・現像特性が要求される。筆者らは、単にグレースケールに対応させるのみならず、バーク条件の制御により従来のメルト法にも適応できる様に材料設計を工夫した(図2)。この材料を用いれば、顧客はデバイス世代によって複数材料を使い分ける必要がない。また同時に高耐熱透明性の付与も達成した。半田リフローを想定したモデル実験結果を図3に示した。耐熱透明性が従来品対比で大きく改善されていることが分かる。今後もJSRは業界スタンダード材料供給メーカーとしての責任を果たすべく、ニーズに従い柔軟に

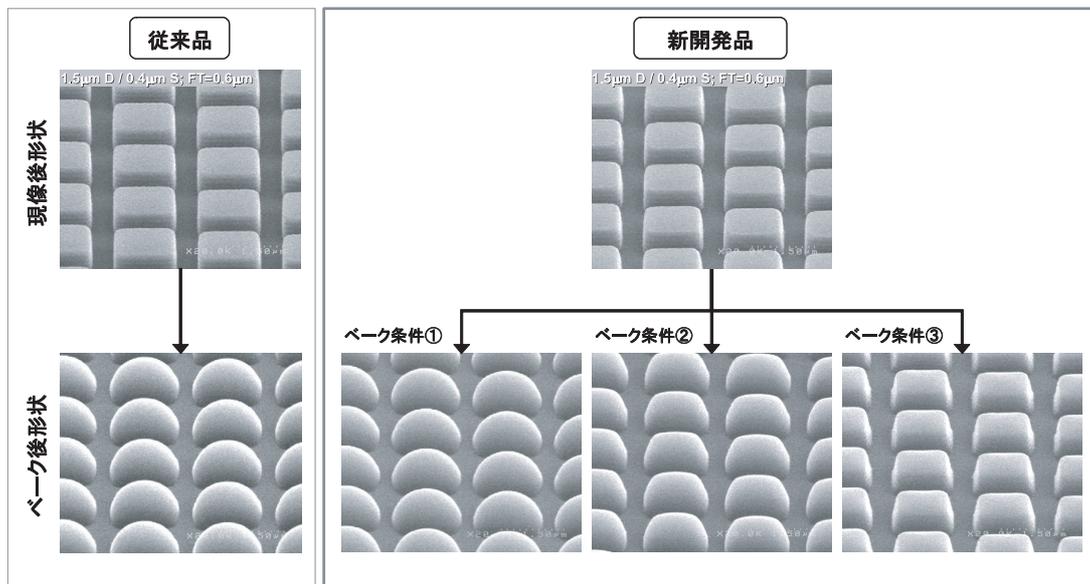


Figure 2 Micro lenses formation.

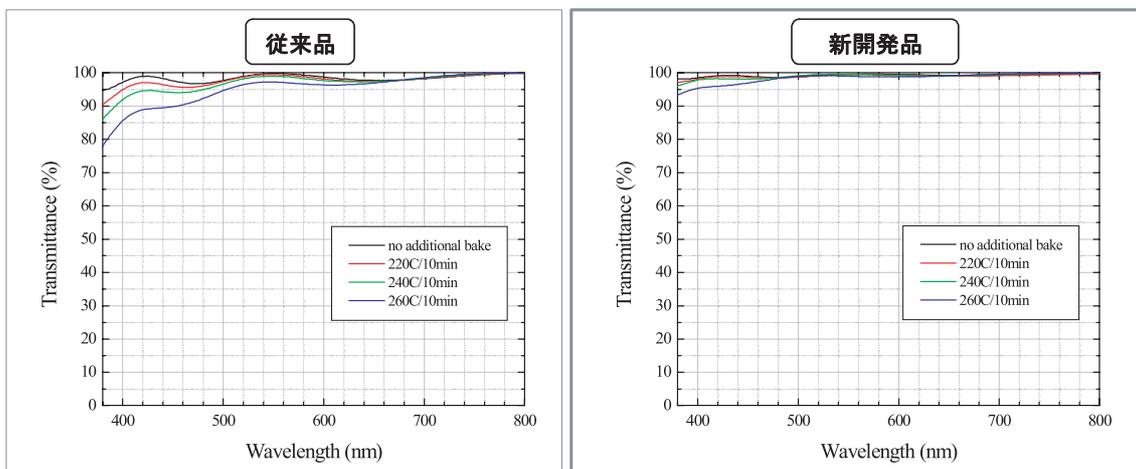


Figure 3 Thermal stability of micro lens materials.

対応していく。

## (2) 平坦化膜

マイクロレンズの下及びその下のカラーフィルターの下には通常平坦化膜が必要とされる。ここでは平坦性の他、接触する材料との密着性等の相性が重要である。これに対し筆者らは、LCD材料技術で培った材料設計を活かし、これを半導体プロセスに適応させた。具体的には、下層となるデバイスの構造や上層の材料、あるいはそのプロセスと、種々の使用環境や条件に合わせ、密着性・平坦性・光学特性・膜厚等を制御した平坦化膜を開発した。また従来の二液混合タイプに代わり、一液タイプの平坦化膜を開発し、プロセスフレンドリーにも価値を提供できるよう取り組んでいる。更に近年は、下地の構造が複雑化したり、低背化の動きを受けて薄膜化ニーズもあつたりと、ニーズも激しく変化しており、これらに柔軟に対応している。

## (3) カラーレジスト

筆者らはLCD分野ではカラーレジスト大手としての責任を長年に渡り担っているが、CIS用の高解像度分野ではまだその歴史は浅い。CCDでの実績をベースに、半導体用レジストメーカー大手として保有する多くの技術要素を取り入れ、高解像なパターンングを実現できるよう進めている。さらに、最新の顔料ナノ微粒子をJSR独自のナノ分散技術を駆使することにより、均一かつ安定な高解像カラーレジストとして上市できるよう完成度向上を目指し開発に取り組んでいる。一般に、最も高い解像性を要求されるのは緑色で、図4に代表的な市松模様のパターンング写真を例示した。サイズは左から1.4 $\mu\text{m}$ ・1.2 $\mu\text{m}$ ・1.0 $\mu\text{m}$ であり、繋がっている部分がレジストを示す。現在、各メーカーにサンプルサウンド中であり、特に各社多様な色再現要求に対応すべく色目のファインチューニングを進めている。年内早々に量産化体制を整備していく方針である。

## (4) 高低屈折率材料

CISの多画素化・高感度化のためのイノベーションとして、光導波路構造や裏面照射といった新しい技術が提案

されている。前者はカラーフィルターからフォトダイオードまでの光路を「高屈折率材料」で埋め、光を閉じ込める技術である。これに対応すべく筆者らは高屈折高透明な材料を開発中。これまで無機粒子と特殊バインダーを独自設計し1.7-1.8の屈折率を有する感光性材料を開発し、顧客サンプルワークを進めながら、この材料の量産化を進めている。また更に斬新なイノベーションを加え、2009年早々に屈折率1.9-2.0まで引き上げる方針である。デバイス構造は各社各様で多岐に渡るため、種々の屈折率材のラインナップを整備し、これに柔軟に対応していく。

## (5) 黒レジスト(+絶縁膜)

近年標準化が進められている半田リフロープロセスに対応する一環として、シリコン貫通電極の導入が鋭意検討されている。そこでは貫通電極からの光漏れや、シリコンが薄いことに起因するIRノイズが問題となるため、半田ボール周辺を遮光する材料のニーズが大きい。これに対し筆者らはLCD用途で開発上市したブラックマトリクス材料をベースに、光学特性とリソ性能を最適化させ、CIS用感光性黒レジストとして開発した。この用途では、黒レジストの下層として絶縁膜のニーズもあり、半導体実装材料として販売している感光性絶縁膜をこれに適応させ、顧客ニーズに対応している。

## (6) モジュール関連部材

CISモジュール分野では、特にガラスの撮像レンズ単価が非常に高く樹脂系への置き換えが積極的に検討されている。その形成方法は、射出成型ほかUV硬化を利用したウエハレベルの取り組みも検討されている。この材料系に要求される物性は、屈折率やアッペ数などの光学特性はもちろん、硬化収縮、ガラス基板との密着性、型との離型性といった物理特性が非常に重要となる。特にメガガラスのセンサーモジュールには多層レンズが採用されるため、XYZ全ての位置あわせが大きな課題となる。また先述の様に半田リフロープロセス対応のため高耐熱性も必要とされる。筆者らは光学材料事業で培った技術をベース

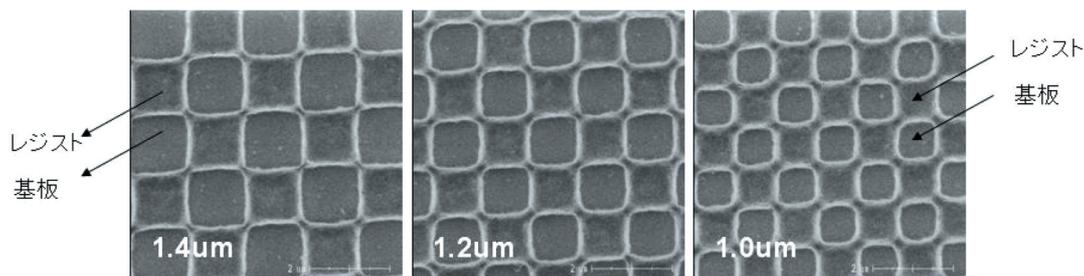


Figure 4 SEM images of green resist (1.4 $\mu\text{m}$ , 1.2 $\mu\text{m}$ , 1.0 $\mu\text{m}$  dots at thickness of 0.6 $\mu\text{m}$ ).

---

に、上述の多様かつ難易度の高い要求特性を満たす材料を複数のアプローチにて目下開発中である。

#### **(7) 実装材料その他**

上述の感光性絶縁膜の他、フォトダイオードまでの光導波路形成用の厚膜レジスト、貫通電極用の特殊(感光性)絶縁膜、各種ガラス周辺に使用される感光性接着剤、などを取り揃えている。これらは半導体実装材料をベースに一部CIS用途向けにファインチューニングしたものである。中でも貫通電極用材料については、その技術導入がCIS分野で先行してきたことから、むしろCIS用途での製品が先に立ち上がる見込みである。

#### **おわりに**

CIS材料は2004年より電子材料事業部にて取り扱い始めた。それまではCCD中心であったためLCD材料事業部で取り扱ってきたが、CIS市場の拡大により顧客が半導体メーカーへシフトしたためこれに対応した。2007年にはステッパーやクリーントラック等のインフラ等も整備し、材料開発を加速させた。また材料の多様性のため、本事業には多くの開発部門や事業部がクロスファンクショナルに携わっていることも本事業の特徴である。今後もこの特徴をいかし多様な材料ニーズに柔軟に対応していく方針である。