

《フィルテックのX線リソグラフィ技術》

# X線リソでRFICを小型かつ安価に製造 先端技術開発向けTEGウェーハも提供

㈱フィルテック 代表取締役 古村雄二

フィルテックはX線リソグラフィを用いて、現在、80nmのレジストパターンや60nmエッチング済みパターン付き300mmウェーハを市場に供給している。今年の7月からは、レジストパターン50nmまでの300mmウェーハの供給を開始する予定である。このように、X線リソグラフィウェーハを先端製造技術開発のためのTEGウェーハと位置づけ「微細パターン技術研究コンソーシアム」を運営し、nmレベルの微細化に向けた開発を続けている。一方、X線リソグラフィを用いて無線回路に必要な様々な受動部品を作る試みもある。高段差でレジストパターン10 $\mu$ mが可能で、こうした分野にも応用が広がりつつある。以下、その概要を紹介する。

### 無線とX線リソグラフィの出会い

無線（RF）を使いこなすため、受動部品のトランスやインダクタをチップ上に作りたいというニーズが高まっている。ユビキタス時代の到来に期待する声が急速に高まっており、これに関する製品も増え始めた。家電同士の無線接続、無線タグやICカード、携帯電話によるキャッシングなど、無線の応用が急拡大している。軍事目的に開発された周波数拡散などの通信方式が民間に転用されるようになり、セキュリティを保ちながら飛躍的に通信容量を増やすことが可能になった。これを使うとノイズレベルの強度でも信号として取り出

せる。これにタイミングを合わせるように、コンテナビジネスも様々なチャンスを狙って準備に入っている。

現状の無線機器を分解すると、無線回路に必要な様々な受動部品が実装されているのがわかる。その中にインダクタやトランス部品が実装されているが、これをオンチップで作りたいという要求は強い。しかし、安値だが部品が大きいために、オンチップで作るより、オンボードで実装の方が明らかに価格は安くなる。860～960MHzの帯域から2.4GHz帯や、将来許可されるであろうさらに高い周波数帯域では、100 $\mu$ mの部品をチップ上に混載してもコストを損なわずに製造できる領域となる。それでは何が問題かというと、インダクタやトランスを低抵抗にし、高性能化するためには、10 $\mu$ mの厚さのパターンを加工しなくてはならない。これを通常の半導体製造工程のCMPプロセスやエッチングプロセスで作ると高価になるため、市場に受け入れられない。ライン幅の加工寸法では30年以上前のパターンではないかと思うが、ラインの深さも同様の加工寸法にしなくてはならないことが課題である。また、基板から50 $\mu$ mは離して設置したい部品であることも挙げられる。

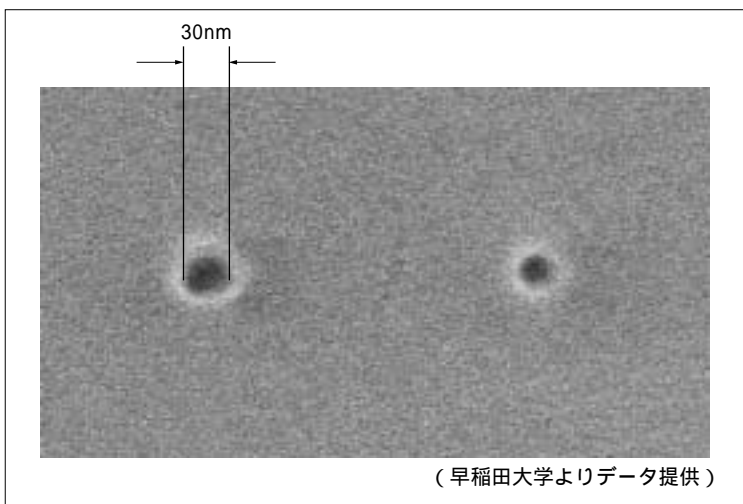


図1 300mmウェーハに転写したレジストパターン

一方、少し違う分野であるが、X線リソグラフィはすでにこのような加工を実用レベルで可能にし、市場を形成している。ICプローブカードの針を1000本の単位で正確に作っている他、超音波診断装置のプローブもX線リソグラフィで独占的に作られている。X線リソグラフィの能力を考えると革新的な応用が、インダクタやトランスのオンチップ製造である。また、焦点深度が深いためCMPプロセスを行わなくても凹凸のある任意表面に大きな10 $\mu$ mパターンを製造できる。完成されたIC上にインダクタやトランスが自在にできるようになると、無線付き製品が安く製造できるようになる。

当社では、X線リソグラフィを用いて、現在80nmのレジストパターンや膜のエッチング済み60nm(最小)パターンを300mmウェーハで市場に供給しており、今年の7月からはレジストパターン50nmまでの300mmウェーハの供給を開始する予定だ。このように、X線リソグラフィウェーハを先端製造技術開発のためのTEGウェーハと位置づけ「微細パターン技術研究コンソーシアム」を運営し、nmレベルの微細化に向けた開発を続けている。到達した微細パターンの参考として、30nmのホールパターンを300mmウェーハに転写したコンソーシアム会員の早稲田大学のデータを示す(図1)。

### X線リソグラフィで作る無線部品

Si基板に誘導電流が流れて損失となるのを防ぐために、50 $\mu$ m以上も高い位置にコイルを作る必要があるが、現在主流のリソグラフィ工程でこの段差に焦点は合わせられない。CMPと2重露光などの複雑なプロセスを用いれば製造可能であるが、それでは高価になってしまう。X線は焦点深度が深く、この程度の段差でもパターン転写が可能である。このため、10 $\mu$ m以上の厚さのスパイラルコイルを1回のX線リソグラフィプロセスでコンタクト形成も含めて作ることができ、この種の製造に最適となっている。厚塗りのレジストを用いると、100 $\mu$ mの厚さのコイルも基板上50 $\mu$ mの位置に製造可能である。

チップの上にこの工程を追加すれば、低雑音アンプの共振回路の性能と再現性は向上する。採用が期待される低雑音回路の回路図の例を解説論文<sup>1)</sup>より転載する(図2)。

インダクタと合わせて重要な部品としては、トランスが挙げられる。100MHz帯のTV受像機を代

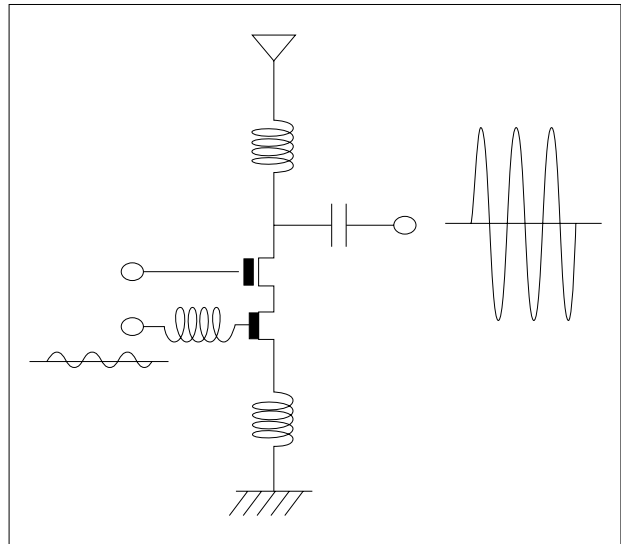


図2 低雑音アンプの回路例

表に、従来の無線アナログ回路では必須の部品である。アンテナからの非平衡入力を平衡入力に変換したり、電気絶縁された回路同士の交流結合や、インピーダンス変換して電圧増幅して電波を放射するなどの目的にも便利な部品である。もし、低圧動作の現状のSi高周波CMOSと高周波整合トランスを結合できれば、安い無線回路のチップが実現できる。現在はオンチップで製造できないため、外付け部品として使用されている部品であるが、X線リソグラフィを用いると、この部品をオンチップで製造することができる。これを作ろうとすると太さ10 $\mu$ mのコイルの密結合線輪は立体的な構造物の製造となるため、通常のリソグラフィでは製造が困難であるが、X線リソグラフィはこれを問題にしない。これを搭載できれば、ベースバンドへの落とし込みや、その反対も容易になり、応用チップは大いに広まるであろう。X線リソグラフィの応用はユビキタスに最適である。

### 参考文献

- 1) 東原恒夫など：RF-CMOSの回路技術と将来展望、電子情報通信学会論文誌、Vol.J86-C No.7(2003) pp.674-686

\* 本製品に関する問い合わせ先 \*

(株)フィルテック  
〒102-0083 東京都千代田区麹町5-7  
秀和紀尾井町TBRビル401  
TEL : 03-3512-0889 FAX : 03-3512-0884  
URL : <http://www.philtech.co.jp>