

新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発

加工技術課 小幡 勤 企画管理部 富田正吾

国立環境研究所 化学環境研究領域無機環境計測研究室 久米 博

1. 緒言

都市部における大気汚染は、工場や車などから排出されるエアロゾルが原因となっている。これらの汚染物質が人の呼吸器官に吸着すると健康に大きな影響を与えることから、国内では粒径 $10\mu\text{m}$ 以下のエアロゾルを浮遊粒子状物質として規制している。さらに最近では、より人体への悪影響が大きいとして粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下のパーティクル (PM2.5) が問題になっており、その規制について検討が行われている。エアロゾルのモニタリングは電子線と X 線を用いて行われるが、実際に環境汚染が発生した場合に、発生現場へ容易に持ち運べる機器によることであることが望ましい。

本報告では、ハンディタイプの計測器を実現するための電子線源の開発についてまとめる。

2. 試作

電子線源の試作要素技術は、MEMS 技術である。MEMS 技術は、半導体集積回路製造技術をベースとした加工技術である。本研究では電子線を取り出すシリコン窓とそれをガラスと組み合わせた真空管構造を実現するための技術開発を行っている。シリコン窓は電子線が透過するように $2\mu\text{m}$ の厚みになるように制御する必要がある。

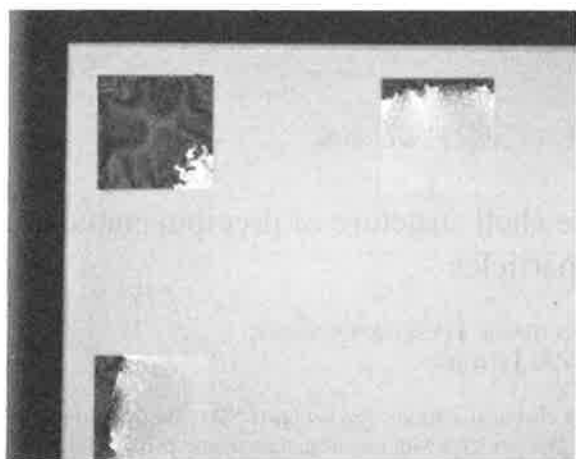


Fig.1 NG sample by wet etching

電子線透過窓エッチングは、シリコン深掘りエッチング技術を用いて試作を行った。基板は SOI 基板 (活性層 $2.0\mu\text{m}$ /BOX 酸化膜 $1.0\mu\text{m}$ /ベース層 $625\mu\text{m}$) を用い、四角のパターンでベース側からエッチングを行った。BOX 酸化膜に達したところでエッチングを終了し、酸化膜を BHF で取り除いた。酸化膜が抜けると、応力による歪みもなく平坦なダイヤフラムができあがった。同様のエッチングをウェットエッチングで行うと面方位に依存した異方性エッチングとなるため、エッチングが進むにつれ電子線透過窓が小さくなり、小型化が難しくなる。また、基板を薄くすることによって窓の大きさ確保も可能となるが、基板剛性が劣ってしまう。さらに、エッチングが進むにつれ酸化膜などの残留応力によってエッチングレートの分布が悪くなるため、均一な厚みの窓を作製することは難しい (図 1)。

このようにして作製したシリコン透過窓は、真空管形状とするために、ガラスと接合を行う。この工程に MEMS の要素技術である陽極接合を応用した。基板同士の接合を考慮している技術であることから、今回のような特殊形状の場合、イオンの移動が起こりにくいため接合は不可能となる。しかしながら、可動イオンが動きやすい方法を開発することによって、 30mm 程度のガラス管をシリコンに接合することに成功した。

3. 結言

電子線透過用シリコン窓の作製と真空管作製技術について検討した。ドライエッチングとウェットエッチングの優れた点を生かすことで所望の形状が得られる可能性があることがわかった。従来不可能と言われてきた長尺ガラスとシリコンの陽極接合技術についても検討し、安定して接合可能なことを確認した。

本研究は国立環境研究所からの委託研究として行われた。