

MOS キャパシタの特性に及ぼすストレスの影響

○山下 洋司、工藤 友裕、博多 哲也、大山 英典（熊本電波工業高等専門学校）
中林 正和（三菱電機株式会社 半導体生産技術統括部）

1. はじめに

近年、半導体産業における技術革新の進歩はめざましく、IC の高速化、大容量化への移行サイクルも短期間で行われるようになった。しかし、これに伴う様々な問題も顕在化してきている。たとえば、LSI の集積化による MOSFET ゲート酸化膜厚の減少に伴う、酸化膜の絶縁耐性の低下がある。この問題は、絶縁耐圧以下であっても、酸化膜質の経年変化による劣化によって酸化膜は破壊に至るため、酸化膜の信頼性評価の一つとして経時破壊を調べることは重要である。しかし、破壊寿命の決定には長時間の測定が必要で、先程述べたように短期間での開発サイクルを実現するには加速試験を行う必要がある。これには耐圧測定から累積密度を調べ、破壊寿命を調べる方法が提案されている。

絶縁耐圧は様々な外因性ストレスによる影響を受ける。例えばパッケージの経年変化に伴う変化による機械的ストレスや、温度変化による熱的ストレス、最近では原子炉や人工衛星に使われるデバイスへの放射線照射によるストレスなどが挙げられる。使用環境における外的ストレスの影響を考慮することは、商品の信頼性向上のためにも重要であるが、あまり検討されていないのが実状と思われる。

本研究ではこの点に注目し、特に機械的及び放射線によるストレスが MOS 酸化膜の絶縁耐圧に与える影響について検討した。

2. 実験方法

試料には、n 型 Si ウェハの MOS キャパシタを用いた。Si ウェハの表面に厚さ 7nm の SiO₂ 酸化膜を形成し、Al 電極を形成した。

機械的ストレスは、図 1 のような凸形（凹形）ウェハチャックの上に、MOS キャパシタを置き、側面の穴から真空ポンプにより減圧し吸着させることで、引っ張りまたは圧縮応力を加えた。なお、引っ張り及び圧縮応力の大きさは、ウェハ平行方向にそれぞれ 33.4GPa 及び 66.8GPa である。

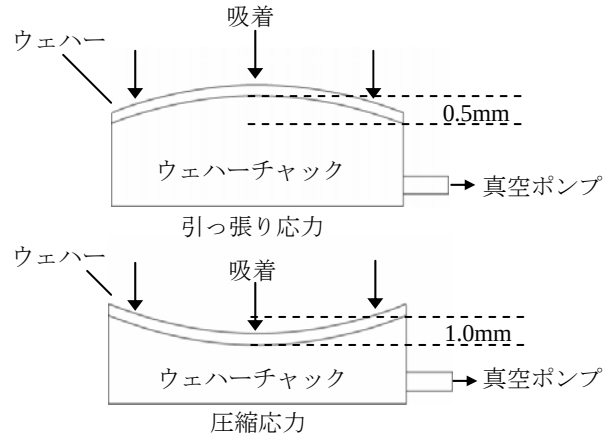


図 1 ストレス状態

表 1 照射条件

放射線	照射量	加速電圧	電流
電子線	10 ¹⁴ [e/cm ²]	1 MeV	1.15 [mA]
電子線	10 ¹⁵ [e/cm ²]	1 MeV	1.15 [mA]

また、放射線照射の影響を調べるために、表 1 に示す条件で電子線を照射した。

測定は上記のストレスを加えた状態で、MOS キャパシタに対し、Sweep 電圧（Ramp Rate : 1.0V/s）を印加し、酸化膜の絶縁破壊電圧 V_{BD} （判定電流を 1 μ A に設定）を測定し、ヒストグラム化した。尚、放射線照射した試料には、引っ張り応力を加えて耐圧試験を行った。

3. 結果及び考察

図 2 のヒストグラムを見ると、ストレス無しの場合と較べて、 V_{BD} は圧縮応力を加えた場合は高い方に、引っ張り応力を加えた場合には低い方に分布が変化した。これは、表面の酸化膜が圧縮応力を加えると膨張し、また、引っ張り応力を加えると縮まり、それぞれの実効膜厚が変化するためであると思われる。

また、電子線を照射したものは、照射していないものより V_{BD} が低電圧側に分布してい

る。さらに、その変化量は機械的ストレスのみを加えた場合よりも大きい。このことから、電子線照射による影響は、機械的ストレスによる影響よりも大きいと考えられる。

4. まとめ

今回の研究により、機械的なストレスや放射線照射による損傷が酸化膜の絶縁耐性に影響を与えることが分かった。

今後は、ほかの放射線源を照射した場合の

特性変化を測定し、ストレスと酸化膜の絶縁耐性との相関関係について調べていく必要があると思われる。

参考文献

- [1] 根本 邦治、岩木 龍一、大山 英典 共著
：半導体デバイス入門(森北出版株式会社)
- [2] 河東田 隆
：半導体評価技術(産業図書株式会社)

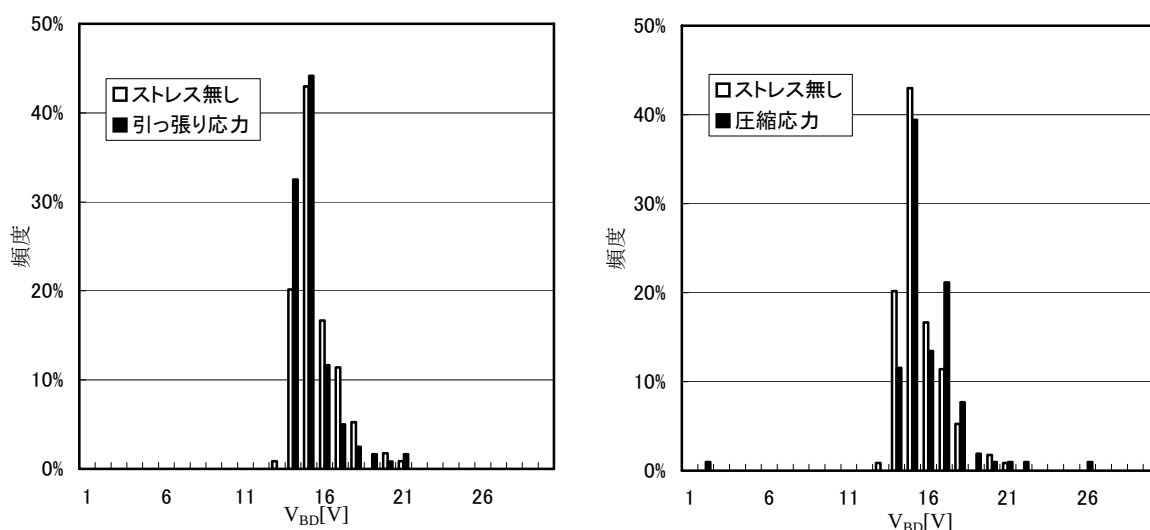


図2 機械的ストレスを加えた場合のヒストグラム

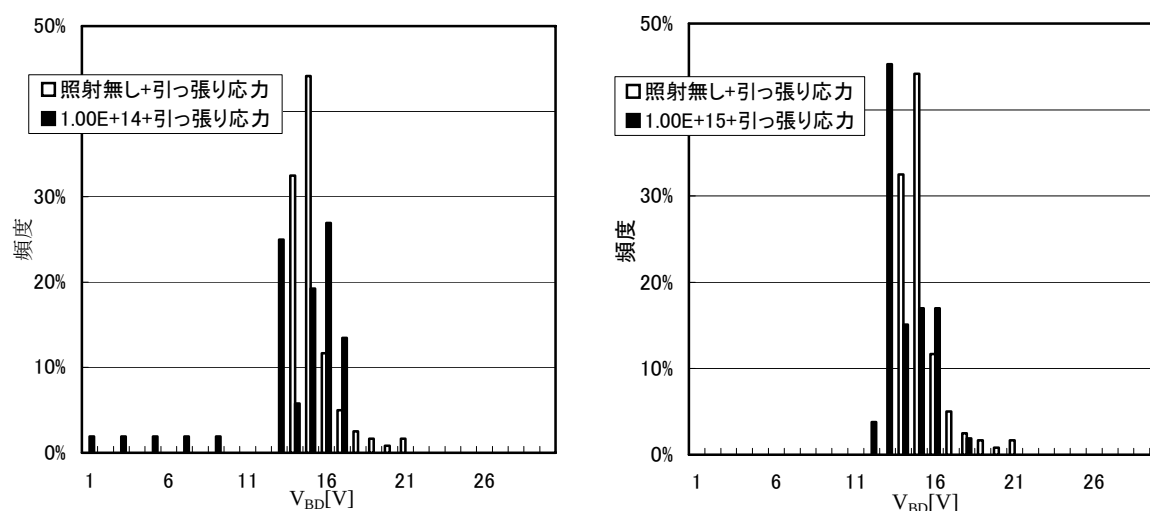


図3 電子線を照射した場合のヒストグラム

問合せ先：熊本電波工業高等専門学校 電子工学科 大山 英典

TEL : 096-242-6079 , e-mail : ohyama@ee.knct.ac.jp