半導体漫遊記 ⑭

湯之上隆

微細化、止まる兆候なし

"ムーアの法則、黄昏時"に異議

日経エレクトロニクス2015年4月号に、「ムーアの法則、黄昏(たそがれ)の時　微細化はもう限界　価値創造の手腕で勝負」という記事が掲載された。この記事で半導体の微細化が止まることについては、図1を根拠としている。図1は、横軸に各種半導体デバイスの量産開始年、縦軸にその技術世代（微細性）として、微細化のトレンドをプロットしたものである。確かに図1を見ると、09年以降、微細化が大きくスローダウンしているように見える。

本稿では、記事の根拠となっている図1の書き方が間違っていることを指摘し、正しい微細化のトレンドグラフを示す。その上で、今後当分微細化が止まる兆候はないことを明らかにしたい。

ムーアの法則とは、指数関数の法則である。トランジスタの集積度は2年で2倍になり、その一方でトランジスタの面積を半分にするように微細化が進む。

例えば、MPU（マクロプロセッサ）の微細性は、03年に90nm、05年に65nmとなっている。これは、65≒√(90×90)÷2という式から算出されている。

このように90nm→65nm→45nm→32nm→22nm、と微細性が算出されると、世代間の微細性の差は、35nm→20nm→13nm→10nmというように次第に小さくなっていく。これを図1のように、リニアの縦軸でプロットすれば、年々、微細化がスローダウンしているように見えてしまうのである。

つまり、指数関数を本質とするムーアの法則においては、その微細性をリニア軸でプロットすることが間違っていると言える。正しくは、縦軸を対数軸でプロットするべきなのだ。そのようにして書いたグラフを図2に示す。図1と図2を比べていただければ、その差は一目瞭然である。

MPU（マイクロプロセッサ）は、ほぼ順調に微細化を続けている。業界のコンセンサスとなっている5nmあたりまでは、問題なく微細化し続けるだろう。

NANDフラッシュメモリは、11年の一点だけトレンドから外れたが、あとは、順調に微細化している。ただし、今後、3次元化が進むと平面方向の微細化はスローダウンする可能性がある。

LSI（恐らくスマホ用アプリケーションプロセッサ）は、10―13年までやや微細化がスローダウンしたが、13年末には遅れを取り戻した。MPUと同様に5nmあたりまで微細化を続けるだろう。

DRAMは10年以降、明らかに微細化がスローダウンしたものの、微細化は止まってはいない。20nm以降も10nm程度まではスローダウンしたペースで微細化は続くと考えられている。

結局、各署半導体デバイスの微細化は当分続き、止まる兆候はない。縦軸をリニア軸にするか対数軸にするか、たったこれだけのことで大きく結論が変わってくる。日経エレクトロニクスが示した図1は、業界を大きくミスリードする恐れがある。業界関係者においては、雑誌の記事をうのみにして経営の参考にしたりしないようにお願いしたい。

（微細加工研究所・所長）

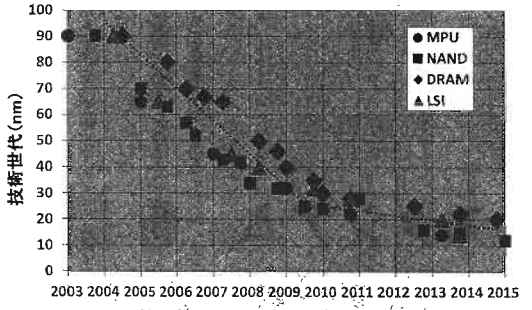

図1　リニア軸で書いた各種半導体デバイスの量産開始時期

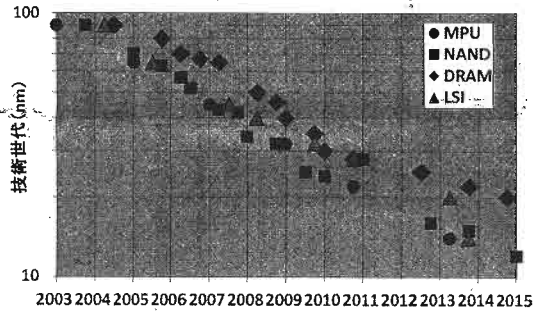

図2　対数軸で書いた各種半導体デバイスの量産開始時期

出所：日経エレクトロニクス、2015年4月号、30ページの図30を基に筆者作成