特集・ULSIを支える材料とプロセス技術

ULSIは作れるか？

岩 田 誠 一*

1. ULSIとは？

ULSIとは、Ultra-large-scale integrationの略で、最小加工寸法約 $0.5\mu\text{m}$ 以下(例えば、電極・配線の幅)の高集積回路(LSI)を指す。一つのULSI上の素子の数は非常に多く、一つのSi“チップ”(単結晶の小片)上に $\sim 10^7$ 個以上もある。

材料やプロセスでは間に合わなくなってくる。現在は、最小 $0.5\mu\text{m}$ 程度の電極幅を有するULSIを各社で開発中であり、16Mb(メガビット；記憶容量の単位で、16Mbとは、正確には、16,777,216の0か1の情報を表す。)の容量の記憶素子の試作が発表されている(図1参照)⁽¹⁾。しかし、製品化までには、まだまだ材料やプロセスに関する問題が多い(本特集の各記事参照)。

2. ULSIは作れるか？

高集積化とともに素子等の寸法が小さくなると、使う材料、プロセス技術に対する要求も厳しくなり、従来の

3. 材料もプロセスも限界？

前述のように、非常に小さい素子や電極・配線を有するULSIを作ることがむづかしくなっている。特に、

図1 試作された16Mb(メガビット)記憶素子の写真
(日立製作所中央研究所ULSI総合研究センタ提供；約 1.5cm^2 中に3400万個以上のトランジスタとコンデンサがあり、新聞紙64ページ程度の情報量を記憶できる.)。

* (株)日立製作所中央研究所第3部研究主幹

Can ULSI be Manufactured ? ; Seiichi Iwata (Central Research Lab., Hitachi, Ltd., Kokubunji)

Keywords : ultra-large-scale integration, material, process, metallization, research, development

1988年9月22日受理

最近では電極・配線関係の問題が多い。具体的には、Al配線の断線に関する問題が多発している(本特集号の40～47頁を参照)、合金化や他の薄膜材料との重ね合わせ等による対策が検討されている。また、他の材料も決して安心できる状態にはなく、さらに、プロセスについても問題が多い。しかし、だからULSIが作れないということではなく、現在の材料、プロセスでもまだ検討の余地はあるし、新材料が創製されたり、新プロセスが開発される可能性を考えれば将来は決して暗くない。

4. 総合技術が大事

多くの材料を使って、多くの工程を経て、気の遠くなるほど沢山の素子を有するULSIの製品ができるということは驚くべきことである。歩留り高くULSIを作るためには、良い材料がまず必要で、さらに、それらを使った良いプロセスが必要である。材料、プロセスともに、個々のものが大丈夫というだけでは不足で、各種材料やプロセスを組み合わせたもので大丈夫でなければならない。

5. これから必要なことは？

これから、さらに高集積化されたLSIを開発し続けるためには、材料研究が不可欠である。一つの材料だけでなく、他のいろいろな材料と重ね合わせた場合(異種材料界面)や、混ぜ合わせた場合について知る必要がある。また、将来、これまでの材料ではULSI(その頃にはULSIと呼ばれていないかもしれないが)が作れなくなる可能性が強い。そのときには、新材料を作り出さねばならない。

今でもやるべきことは多いが、将来もっと多くなる。本特集を読まれ、研究のネタを見つけていただきたい。興味あるばかりでなく、役に立つ研究になるはずである。

文 献

- (1) M.Aoki, Y.Nakagome, M.Horiguchi, S.Ikenaga, J.Etoh, Y.Kawamoto, S.Kimura, E.Takeda, H.Sunami and K.Itoh: Dig. Technical Papers, 1988 IEEE International Solid-State Circuits Conference, (1988), p.250.

半導体分野では略号が多い！

トランジスタが発明されてから、まだ40年ぐらいしかたっていないが、この分野の急激な進歩により、我々は半導体なしでは暮らしていけなくなっている。しかし、この分野では、英語の頭文字を使った略号が多く、覚えるのが大変である。トランジスタ等をまとめたものをIC(Integrated Circuit)というが、集積化が進むとともに、SSI(Small-scale integration)からMSI(Medium-

scale integration)に、それから、LSI(Large-scale integration)になった。さらに、VLSI(Very-large-scale integration; 64 kb(キロビット)～4 Mb(メガビット)程度の集積度)になったと思ったら、今度はULSI(Ultra-large-scale integration; 16 Mb 程度以上)である。次は何になるのであろうか。

記憶素子も略号で

RAM(Random Access Memory)というのは、任意の番地に書き込み、読出しができる記憶素子である。この中で、D(Dynamic)RAMというのは、情報を保持するために、常に書き込みをしていなければならない(例えば、160 ms ごと; 本特集号の15頁を参照)のものである。それに対して、S(Static)DRAMというのは、

書き込めばそのまま情報が保持されているものである。

ROM(Read Only Memory)というのは、必要な情報がすでに書込まれていて、それらを読出すことしかできない記憶素子である。それらの情報は電源を切っても保持されている。それに対して、RAMでは、電源を切ると、情報は消えてしまう。