

1-4 Phosphosilicate Glass からの浅いリン拡散

富士通IC

岡部太郎 谷川栄機

1. 序 深さ1μ以下のbase深さを持ついわゆる shallow emitter transistor は超高周波用として多く研究されている。この種の transistor の次におけるような諸問題を解決する実地的な emitter 拡散法を考案したので報告する。

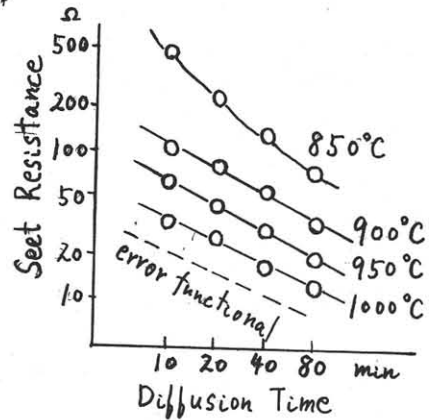
A. 浅い拡散の制御および再現性をよくすること。

B. せまい窓開きのためのいわゆる washed emitter 法とPによる passivation を両立させること。

C. emitter dip 効果も小さくしさらに拡散 profile を改良すること。

2. 拡散方法 拡散源として低温気相成長 (400~450°C, SiH₄+O₂+PH₃) したPSG膜を用いる Solid to solid 拡散において処理温度を高く (>1150°C), 処理時間を極めて短く (0~120 sec) した。短い拡散を制御するために自作の自動装置を用いた。

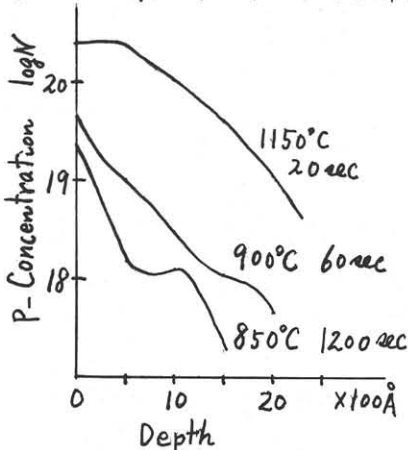
3. 実験結果 第1図は1500Å厚のPSG膜(15% P₂O₅)からの拡散のときの表面抵抗と時間のグラフである。850°Cから900°Cの間で拡散メカニズムが変化している理由はこの間にPSGの溶解が起りSiへのPの供給が時間により一定になったためと思われる、勾配が一定



第1図 表面抵抗—拡散時間

なこともこの考えを支持している。850°Cのときは表面濃度が増加傾向になっているが、これは溶解が不安定なためと思われる。850°C附近のデータが再現性が悪いのは Solid to solid 拡散に限らないがこれもPSGの共融点に関係があると思われる。

第2図は陽極酸化法で表面を削りながら測定した拡散 profile の温度依存性である。



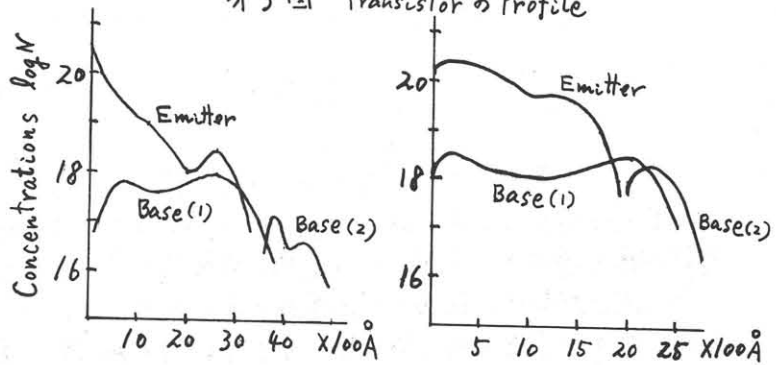
第2図 拡散 profile

データの客観性を増すため電算機で計算したのでかえって奇妙な場所があるが、とにかく低温拡散のときに肩ができていたのが特長である。これは Tsai⁽¹⁾ の二拡散係数モデルにほぼ一致する現象であり、1150°Cで肩が目立たなくなるのは Tsai によれば早い方の拡散係数の活性化エネルギーが小さいためである。

さらに emitter dip 効果の拡散温度依存性が上記の早い方の拡散係数の温度依存性とよく似ているので何か関係があるのではないかと(2)いう説があるので transistor を作って通常の POCl₃ による拡散法と比較してみた。結果の一例を第3

図に示したが予想通り
 1) 明らかな進歩がみ
 られた。なお Base
 拡散は BBr_3 法であ
 りない、 POCl_3 によ
 る deposit は 900°C
 10分, running は
 880°C 10分である
 。(最後にあげた表
 にも他の例が示して
 ある。)

お3回 Transistor の Profile



A. POCl_3 拡散

B. Solid to solid 1250°C
5 sec

次にこの拡散法で P による passivation と emitter wash out とが両立可能なこと
 を説明する。PSG の共融点は 850°C , P_2O_5 比 1% 程度の位置にあり⁽³⁾ それよ
 り高温では P_2O_5 の比が下る。(SiO_2 rich, 熔融後) そのため emitter 領域以外の
 場所では deposit された PSG が熔けるとその下にある SiO_2 (emitter のマスクに
 使ったもの) が PSG に溶け込んでいく。その結果高温処理後, PSG の濃度は下
 り厚さは増す。よって HF 系の液への PSG の etching speed は P 濃度の高いほど
 早いので wash out 処理をおこなった後でも emitter 領域以外の PSG 膜を容易
 に残すことができる。この効果も実際の transistor で確認することになった。

4. Transistor 試作結果 お3回 B 程度の transistor の試作結果を表に示
 す。emitter pattern は $2.5\mu\text{m} \times 40\mu\text{m} \times 4$ 本, B 拡散は carbon plate 法⁽⁴⁾ であ
 りる。また縦方向 dimension の測定はメツキ法でおこなった。

	base 深さ	emitter 深さ	base 巾	emitter dip
A. POCl_3	2200 Å	1600 Å	1350 Å	750 Å
B. 本方式	2250	1400	1200	<100

	V_{EB} 15 μA	V_{CB} 15 μA	V_{CE} 500 μA	h_{FE} 67/100 μA	f_T 67.10 mA	$R_{e(hie)}$	N_F	MAG
A.	6.0V	~20V	~15V	70~100	4.5 GHz	~30 Ω	8 dB	8 dB _{max}
B.	4.3	~23	~15	70~100	4.5	15~20	6	9

このように f_T にこそ効かないが R_{bb} の減少など emitter dip の減少の効果はよく
 現われている。なお $f_T \text{ max}$ は 20mA 付近にあり 5.5 GHz に達した。

以上
 謝辞 富士通研究所前田氏, 個別半導体技術部福田氏, 高橋氏, そのほか多くの
 人達にいっいっ教えていただきました。感謝します。

- (1). J. C. C. Tsai, Proc IEEE 57 1499 '69
- (2). 前田宗雄氏 私信
- (3). J. M. Eldridge, P. Bark, Trans. Metallurg. Soc. AIME 242 539 '68
- (4). 特公昭41-11688