

§1 はしがき 昨年のこの会議で^① SnO_2 - SbSI ヘテロ構造薄膜素子の電圧制御型スイッチ及び不揮発性メモリー効果のあることを発表した。その後同様の特性がいくつかの材料についても認められ、この種の現象がかなり一般的となってきた。^{②③}我々は引き続きこの素子の諸特性を調べるうちにその動作機構には空間電荷の再配分あるいは分極電場の反転による電位障壁の変化がかなり重要な役目を果たしていることが判明し、これに基づいてやや一般的なモデルをたて、さらにその裏付けを求める実験を行ないつつあるので、その現状を報告する。

§2 現象の概要 素子構造の概略はオ1図に示す様で、その大きさは、例えば1平方インチの基板に24×12個の素子をマトリクス状に配列した。

SbSI の膜厚2000Åの場合について典型的なV-I特性の全貌はオ2図に示す様で、その特性定数は次の様である。

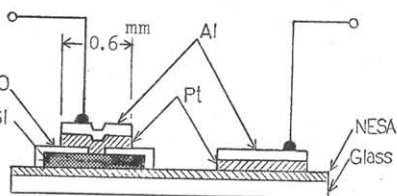
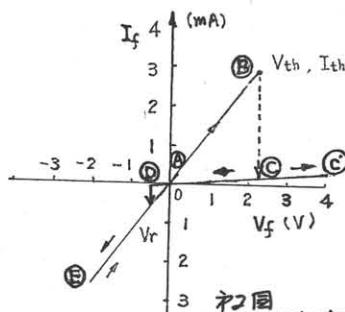
$$V_{th} = 2.2\text{V}, I_{th} = 2.8\text{mA}$$

$$V_t = 0.4\text{V}, I_t = 0.3\text{mA}$$

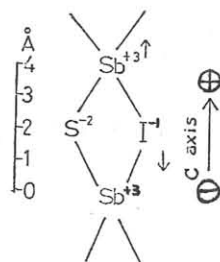
$$t_d + t_{on} \leq 5\mu\text{sec}$$

$$t_{off} \leq 5\mu\text{sec}$$

off-stateの記憶時間は
1週間以上である



オ1図 SAMPLE CONSTRUCTION



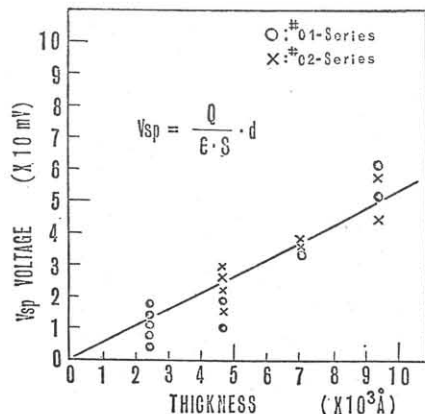
オ3図 SbSI の単位結晶の構造と分極の機構

§3 分極電場とそのメモリー作用

SbSI は一次元結晶でオ3図のような結合をしていてC軸方向に電場が印加されると矢印で示す変位により大きな分極電場が生じる。この分極電場の作用について行った幾つかの実験結果をまとめると次のようである。

i) X線ディフракションパターンにより蒸着された SbSI 膜は、そのままでのC軸が基板に垂直方向に揃っている。

ii) 蒸着後100~200℃でアニールする事によつて結晶性はなおに良くなるが、ある程度以上の高温でアニールすると欠陥がめける。この事はX線の他、静電容量及び V_{th} の測定からも確認さ



オ4図 自然分極による誘起電圧とその厚み依存性

れた。

iii) オ4図に示す如く *Open-circuit* の状態で数十mVの自発分極による電圧 V_{sp} が観測され、その値は $SbSI$ の膜厚に比例する。

iv) V_{sp} の極性は明らかに *ON* 及び *OFF-state* で反転する。

v) V_t は $SbSI$ のギュー点で反転し、パラ相(常誘電相)では記憶領域 ($V_{th} - V_t$) が狭くになると共に不安定となる。

S4 動作機構の考察 前回報告した様に *ON-state* での担体輸送は誘電体薄膜を通してのトンネル又はナダル電流によるものと考えられ、これを支持する幾つかの実験結果を示すことが出来る。*ON* から *OFF* などへの状態の遷移は界面電場が誘電体の分極電場の反転によって制御されるものと思われる。オ5図は順方向特性における各状態のエネルギーダイアグラムモデルを示したもので、同図(b)で示す状態から V_{th} に相当する高電場 E_{th} となると $SbSI$ 中の分極電場が反転して、界面電場は急激に減少し、同図(c)に示す *OFF-state* となる。

i) たん(c)の状態に入れば順方向バイアスの方向では分極電場を再び元にもどすことが出来ないため状態は記憶され逆方向バイアスを印加してはじめて *ON* 状態にもどる。

以上の様に考えるとこの種のメモリー効果は一般的にいてバイアス電圧によって界面の空間電荷の移動といったん移動した電荷が固定されるならば、他の材料についても認められるはずである。例えば半導体中のトラップ中心にもこの効果が期待出来る。

ON-state はトンネル効果やナダル増倍に限らず極端に言えば拡散電流の障壁電位の制御によるものでもよい。

こうした考えを調べるためオ1表に示す様々な材料の粗み合せて追試実験を行ない、その結果についても報告する。

ref. 1) 栗川・吉田 ね国固体誌
2) フォトス(1970) 3-2
3) 森泉・高橋・浅島 オ18回
応用物理学会(1970) 2P-F-1
4) 菊池・香藤・大寺・松田
オ18回応用物理学会(1970)
2P-F-2 2P-F-3

Combination	Switching	Memory
$SnO_2-SbSI-Ag$	Yes	Yes
$SnO_2-SbSI-Al$	Yes	Yes
$SnO_2-SbSI-Au$	Yes	Yes
$SnO_2-SbSI-Pt$	Yes	Yes
$SnO_2-PbZrO_3-Au$	Yes	Yes
$SnO_2-ZnSe-Ag$	Yes	Yes
$SnO_2-CdS-Ag$	Yes	No
$Ge-SbSI-Ag$	No	No
$Si-SbSI-Ag$	No	No
$Au-SbSI-Au$	Yes	Yes
$In_2O_3-SbSI-Ag$	No	No
$Mo-SbSI-Ag$	No	No
※ $Ge-ZnSe$	Yes	Yes

オ1表

オ5図 順方向特性の各状態でのモデル

