

3-2 Current Break-off and Memory Effect in SbSI-SnO₂ Heterostructure Thin Film

阪大基礎工 浜川圭弘, 吉田 勝

§1 はじめに

強誘電体として知られてきた SbSI は結晶学的には一次元結晶で Curie 点付近における誘電率が数万という高い値を持ちながら¹⁾ 光学測定により決められた禁止帯中は 2.3 eV と可視部にあり、強い光伝導を示すとともに電場の印加により、その吸収端が高エネルギー側に大きく移動すること等²⁾ 半導体としても興味ある性質をそなえている。我々は SbSI 蒸着膜の光電的性質を研究中偶然異常なスイッチ作用を見出し、その後いろいろと検討の結果再現性のある新しいスイッチ特性とその記憶作用を持つ素子の試作を行なったのでここに報告する。

§2 Current Break-off とその Memory 作用

素子構造の概略はオ1図に示す様で、80~100 n/cm² の低抵抗 SnO₂ を成長させたガラス基板に例えばフラッシュ法で SbSI を 2000~5000 Å 蒸着し、その上に Al 等の金属電極を蒸着してリード端子を設ける。この素子の金属電極に正、SnO₂ を負にバイアスした場合(順方向と呼ぶ)、その電圧-電流特性はオ2図の O から A の方向に比較的の低抵抗を示して電流が伸び、あるしきい電圧 V_{th} に達すると同時に O-B で示す非常に高抵抗状態(Off-state)に移る。いったん off state に移ると順方向バイアスを高めても、低めてもその電圧-電流特性は O-B 線上をたどって O-A 線上に移ることはない。この記憶を回復させるには、素子のバイアスを逆に、ごくわずかの回復電圧 V_R を印加することによって、特性は C-O-A に示す元の ON-state にもどる。

この素子の逆方向特性は O-C-D に示す様でこれは非常に安定で A→B に示す様な Break-off 現象は認められない。逆方向バイアスを相当高くすると、時々 D→E に示す様な、いわば Break-down 現象が見られる。

photo.1, photo.2 はそれぞれ 60%/s 正弦波及び直流電圧でスweepした時の V-I 特性である。

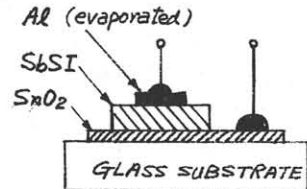


Fig. 1 素子構造の概略

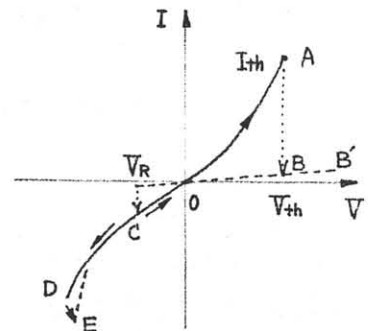


Fig. 2 V-I 特性と Current Break-off および Memory 作用

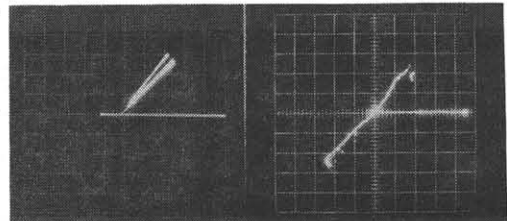


Photo 1
60%/s で測定した
V-I 特性
横軸: 電圧 1V/div
縦軸: 電流 1mA/div

Photo 2
D.C. のバイアス電圧を
スweepして求めた V-I 特性
横軸: 電圧 1V/div
縦軸: 電流 1mA/div.

§3 特性の概要

V_{th} , V_R 等の値は膜厚によって変わるが例えば2000Åの場合について典型的な値を示すと V_{th} ; 2.2V I_{th} ; 2.8mA

V_R ; 0.4V I_R ; 0.3mA

温度によってオの図に示す様な変化を示す。

Current Break-off Time, T_{off} はこの素子がoff stateで電極面積によって決まる静電容量が効くために正確な値を確認するに至っていないが、Fig.4に示す様にパルス電圧による測定より T_{off} = 5 μ sec以下である。メモリー回復に用する時間、 T_R はやはり μ secのオーダーであるが、図に示す様な値というわずかな待ち時間が認められ、その値は逆方向バイアスが増すにしたがって短くなる。

Photo.3は200kcの交流バイアスを直流に重畳させて測定したV-I特性を示したものでON-stateではまったくConductiveであるのに対して、OFF-STATEではCapacitiveな成分が含まれていることを示している。

§4 考察

この素子を開発するまで各種の電極材料について検討した結果 (a)可逆的なmemory作用には SnO_2 - $SbSI$ の接合面が必要であること

(b)OFF stateの抵抗が $SbSI$ のバルクの比抵抗 $10^9 \Omega \cdot cm$ にほぼ相当すること

(c)これにくらべてON stateの抵抗が数桁低い抵抗を持つこと

(d)その抵抗値は温度に依存しないこと

(e)しきい電圧に相当する電場が $10^5 V/cm$ 以上と高い

(f) SnO_2 は殆ど縮退したn型を示し、 $SbSI$ は薄膜状態でもp型を示す。

以上のこと等から、この現象は $SbSI$ の強誘電性に加えて、 SnO_2 - $SbSI$ 界面の性質に関連したトンネル効果がその動作の主役となっている様に思われる。講演では動作機構とそのモデルをsupportするいくつかの証拠をあげて、検討を行なう。

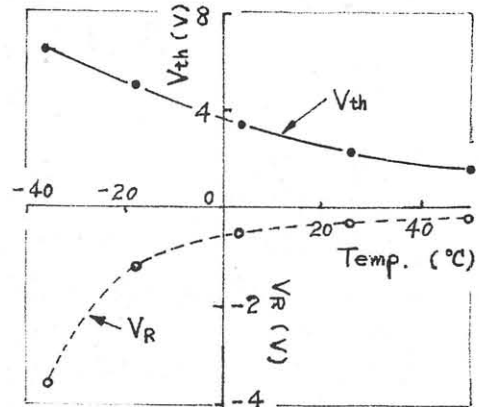


Fig. 3 V_{th} および V_R の温度依存性

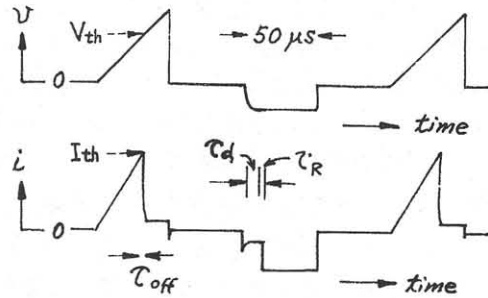


Fig. 4 Break-off および Recovery time の測定

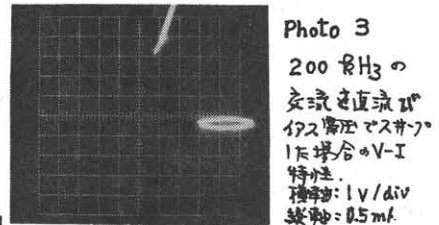


Photo 3
200 kHz の交流を直流に重畳して測定した V-I 特性。
特注: 縦軸: 1V/div 横軸: 0.5mA

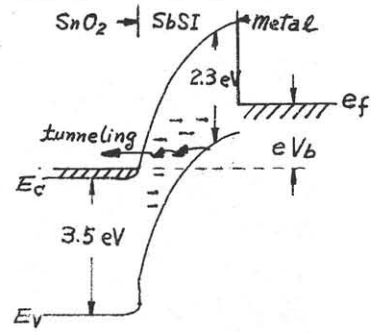


Fig.5 動作機構説明のモデル (逆方向バイアス時)

文献
1) E. Fatuzzo et al.: Phys. Rev. 127 (1962) 2036
2) 吉田 英川: 応用物性論 (昭44, 10月) 1a-GD-7