

破壊したパワー MOSFET の内部写真

高川 恭一

Kyoichi Takagawa

本稿では、パワー MOSFET が、アバランシェ破壊、ASO 破壊、ゲート静電破壊の各モードで破壊された場合、その内部がどのようなになっているかについて写真を使って説明します。

アバランシェ破壊

アバランシェ破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部を写真 0-1～写真 0-4 に示します。

L 負荷アバランシェ(過電圧)破壊品の内部は、チップのアクティブ・エリア内(動作領域)で、ランダムな箇所に破壊痕が発生し、スポット的な損傷が見られるのが特徴です。

ただし、破壊後の二次的な電源側から供給される電圧やそのパワーの度合いにより破壊痕跡がさらに広がる

り、破壊品のチップ写真だけから、どの破壊モードかを断定するのは困難となります。

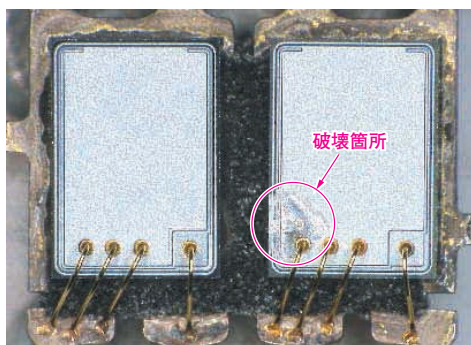


写真 0-1 アバランシェ破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 1 ($V_{DD} = 20\text{ V}$, $L = 5\text{ mH}$, $I_{AP} = 9.4\text{ A}$ 破壊)

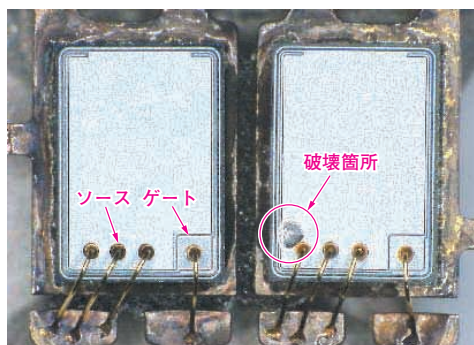


写真 0-2 アバランシェ破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 2 ($V_{DD} = 20\text{ V}$, $L = 100\text{ }\mu\text{H}$, $I_{AP} = 36\text{ A}$ 破壊)

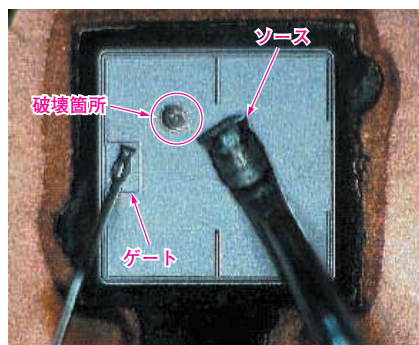
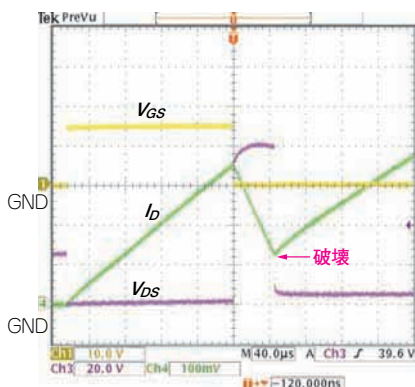


写真 0-3 アバランシェ破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 3



(a) 破壊時の V_{DS} , I_D , V_{GS} の波形 ($L = 100\text{ }\mu\text{H}$, $V_{DS} : 20\text{ V/div.}$, $V_{GS} : 5\text{ V/div.}$, 10 A/div. , $40\text{ }\mu\text{s/div.}$)



(b) 破壊品

写真 0-4

アバランシェ破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 4

ASO 破壊

順バイアス，および負荷短絡 ASO 破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部を写真 0-5～写真 0-10 に示します。

順バイアス ASO 破壊品は，破壊跡がチップのアク

ティブ・エリア(動作領域)内でランダムな箇所に見られます。単発動作の場合，局所的な損傷が見られる傾向があり，負荷短絡では過電流によりソース・パッド周辺にチップ表面のアルミニウムが溶解して跡が残ることが多いです。

連続動作の場合，その破壊痕跡がさらに広がる傾向にあります。ただし，いずれの場合も，破壊後の 2 次

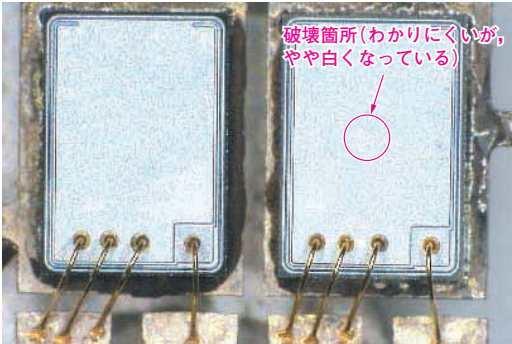


写真 0-5 順バイアス ASO 破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 1 ($V_{DD} = 20\text{ V}$, $t_{PW} = 10\text{ ms}$, 5.4 A 破壊)

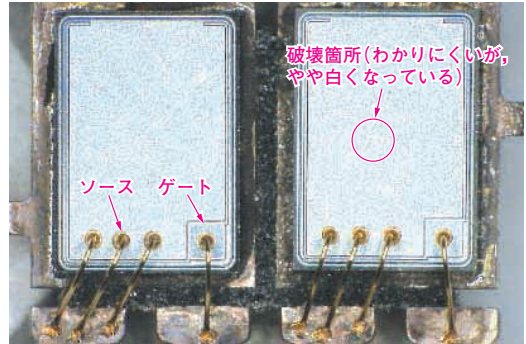
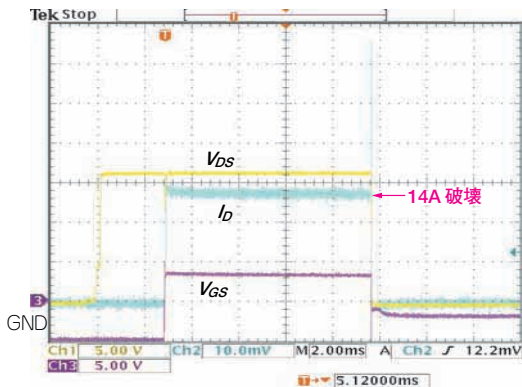


写真 0-6 順バイアス ASO 破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 2 ($V_{DD} = 20\text{ V}$, $t_{PW} = 10\text{ ms}$, 5.6 A 破壊)



(a) 破壊時の V_{DS} , I_D , V_{GS} の波形 ($t_{PW} = 10\text{ ms}$, $V_{DD} : 16\text{ V}$, $V_{DS} : 5\text{ V/div.}$, $V_{GS} : 5\text{ V/div.}$, 5 A/div. , 2 ms/div.)



(b) 破壊品

写真 0-7 順バイアス ASO 破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 3 ($V_{DD} = 16\text{ V}$, $t_{PW} = 10\text{ ms}$, 14 A 破壊)

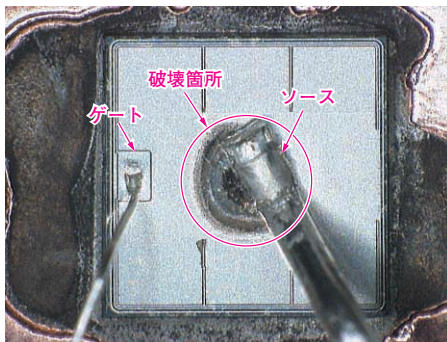


写真 0-8 負荷短絡 ASO 破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 1

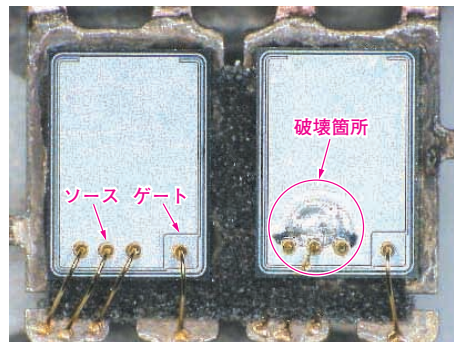


写真 0-9 負荷短絡 ASO 破壊品(耐圧 60 V)のチップ内部 2 ($V_{DD} = 18.5\text{ V}$, $t_{PW} = 720\text{ }\mu\text{s}$, $I_{DP} = 68\text{ A}$ 破壊)