



Title	半導体と絶縁性薄膜との接触特性
Author(s)	片山, 辰雄; Katayama, Tatsuo
Citation	北海道大學工學部彙報, 6, 189-194
Issue Date	1952-09-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40488
Type	departmental bulletin paper
File Information	6_189-194.pdf



半導体と絶縁性薄膜との接觸特性

片山 辰雄

(昭和 27 年 2 月 29 日受理)

On the Contact Characteristics between Semi-conductors and Insulating Films

Tatsuo KATAYAMA

This paper contains a series of experimental studies of contact characteristics between lead peroxide and cellulose film. Its static and dynamic characteristics resemble those of copper sulphide rectifier, and its rectifying property is due to the blocking layer of which the thickness may be determined by that of film and the total charge through it in the reverse direction.

I. 緒 言

半導体は古くから金属整流器、或は避雷器として使用されてきたが、近年新にサーミスターとしての應用の途が開かれると共に、マイクロ波技術の發達に伴い、再び鍍石驗波器としても華々しく登場した結果、半導体の理論的研究も盛に行われ、製作技術も長足の進歩を遂げた。今之らの研究を振り返つて見ると、之らは半導体自体の特性か、或は半導体と電極との間の整流特性に限られている。後者に於ては半導体と電極との界面に薄い絶縁物より成る堰層の生成を假定して、整流特性をこの堰層の特異現象として取扱つていたのであつて、電極と半導体との間にわざわざ絶縁性薄膜を挟んだ場合に就いては何等研究されていない。勿論實際問題としてかような組合せ、特に本研究に述べるような有機性絶縁薄膜を使用したものは、現在オキサイド・フィルム避雷器として名残をとめてに過ぎない。この場合薄膜は單に絶縁の役目を果しているに止まるのであるが、薄膜の厚さが充分小さくなれば、又別種の特性を生ずることが豫想される。事實過酸化鉛、セレン半導体等の表面に樹脂その他の有機性絶縁薄膜を補した場合、整流特性の現れることが極めて簡単ながら報告されている。近くは又渡邊等の諸氏*は珪素整流器に就いて、その表面の未處理のもの、セルロイド薄膜を補したものと整流特性を比較して、絶縁層が整流作用に本質的な役割を果すものであることを報告している。之らの事實から絶縁性薄膜が條件によつては獨特な作用を呈することが考えられる。本稿は絶縁性薄膜を電極と半導体との間に挟んだ場合、果して如何なる特異性を現すものか、又この特性の利用の途如何を確める目的をもつて、先ずその一步として種々の半導体に就いて絶縁性薄膜の種類、厚さを變化して、種々の条件のもとでその電圧電流特性を測定したものである。

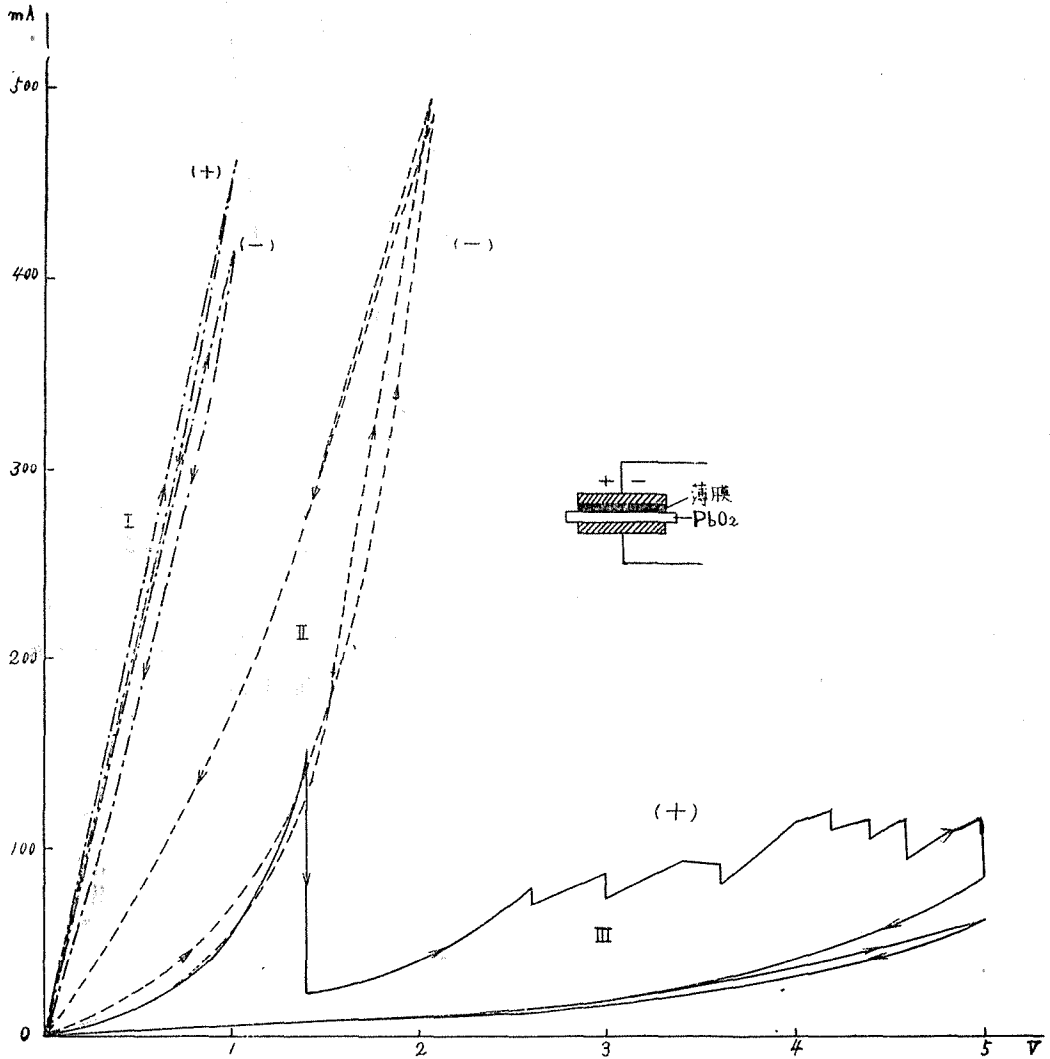
* 渡邊・西澤・中野・島貫・電氣學會雜誌、第 748 號、55 (1951)。

II. 実験結果

試料 使用した半導体は PbO_2 , CdO , Fe_2O_3 , PbS 等抵抗の小さい電流が流れ易い種類のものであるが、相當不純物が混入しているものは更に化學的に精製して用いた。之らを細かく粉碎して金枠に入れ、 3 ton/cm^2 の壓力で徑 2 cm, 厚さ 0.5—1 mm 程度の圓板に壓縮成型した。絶縁性薄膜としては、セルロイドのアセトン溶液、コロジョン溶液、シケラックニス、ゼラチン水溶液を電極表面に薄く塗布した後、充分乾燥して使用した。電極は常に 2 枚共眞鍮板を用いた。膜の厚さは溶液の濃度或は塗布の回数によつて變えた。次に上記の薄膜塗布電極と塗布しない電極との間に、半導体を出來る限り良好な面接觸をするように注意して挿入壓着して、直にこの接觸特性を測定した。尚薄膜の厚さの測定は非常に困難で、之には先ず多量の溶液を乾燥して厚い膜を作つてその比重を求め、之と電極上の實際の薄膜の質量、面積とから、厚さの平均値を推測した。之から實驗の範圍は大體 0.3 ミクロン前後に涉ると云う一應の數字を得たのであるが、實際は電極と薄膜との間に空氣層の存在が考えられる外に、半導体の表面には無数の小さい凹凸があり、兩者を壓着する壓力によつても厚さが變化するのであるから、上記の値をその儘實際の絶縁薄膜の厚さとは考えられない。

電壓電流靜特性 上記諸種の半導体に就いて實驗した結果、 PbO_2 を除いたその他のものは電極と半導体との間に薄膜を挟めば、單に抵抗が増大するに止つて、殆ど特異な現象は認められなかつた。又絶縁性薄膜の種類も、上記の有機性物質では大體同様の結果であつたから、以下 PbO_2 とセルロイド薄膜との場合に就いて述べる。

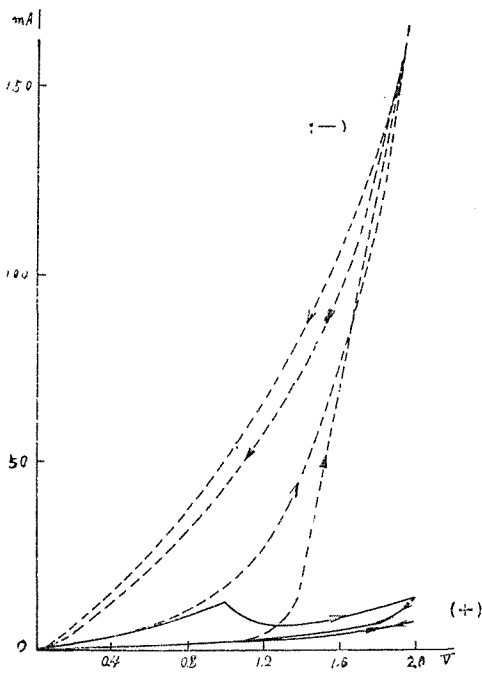
第 1 圖は未だ通電しない試料に同一方向に電壓を反覆印加した場合の代表的な一例である。曲線 I は薄膜を塗布しない電極を用いた場合の特性で、實驗の範圍では殆ど直線的に變化し、電壓の極性を變えても、又電壓を上昇下降しても、特性の相違は殆ど無いと云つてよい程度である。曲線 II は薄膜塗布電極が負となる方向に電壓を加えた場合の特性である。電壓上昇特性は電壓の高い範圍では大體曲線 I と平行である。之から電壓を上昇するに従い、この内薄膜に加はる電壓は初めは急激に、後には徐々に増大して略一定値に達し、その後は僅かながら減少することが判る。初めて電壓を加えた場合は 2 回目以後とは、上昇特性に於て多少の相違が認められる。即ち電壓の低い範圍では電流は小さいが、電壓の高い範圍では反對に大きい。降下特性は殆ど變りない。曲線 III は上記の負特性を求めた後、薄膜電極を半導体から一旦離してから再び兩者を壓着し、次に薄膜電極に正電壓を加えた場合の特性である。正電壓を初めて加えた場合の特性は、先の初めて負電壓を加えた場合の特性と最初の間は大體一致しているが、或電壓値で電流は急激に減少し、その後は小降下を數回繰返して不安定な様相を呈する。印加電壓を急に上昇すると、斯様な小降下は現われなかつた。この場合も負電壓の場合と同様に、電壓を 2 回反覆印加して漸く一定特性に近づくが、1 回目と 2 回目との特性の開きが、負電壓の場合に比して非常に大きい。併し安定した特性に就いては、負電壓の方がヒステレシスは著しく大きい。



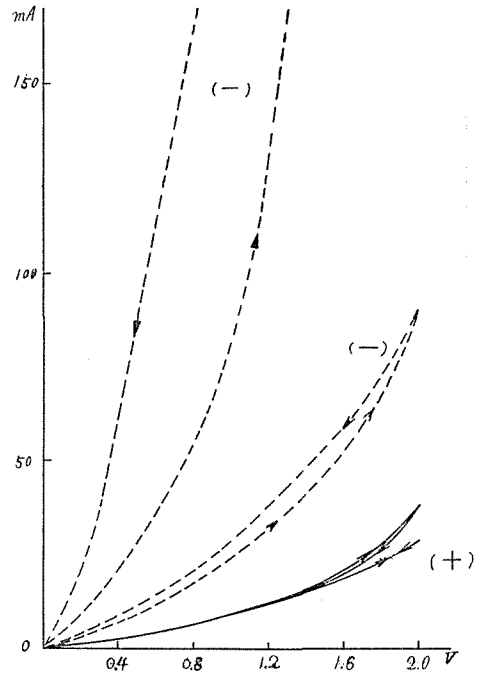
第 1 圖

第 2 圖は試料に正電圧を反覆印加した後、電圧の極性を正から負に變轉した場合の特性である。正電圧印加後初めて負電圧を加えた場合、最初の間、電流は直前の正特性に従つて變化するが、或電圧値で急激に増加する。この電圧値は實驗の範圍では大体 1.4 から 1.6 ボルト程度であつたが、薄膜の厚い場合は 2 ボルトにもなつた。この急激な電流増加は、負電圧を正電圧印加直後に加えても、それから長時間経た後加えても殆ど變らなかつた。負電圧を反覆して加えると、特性は電圧の低い方に移行して 2 回で大体一定した。

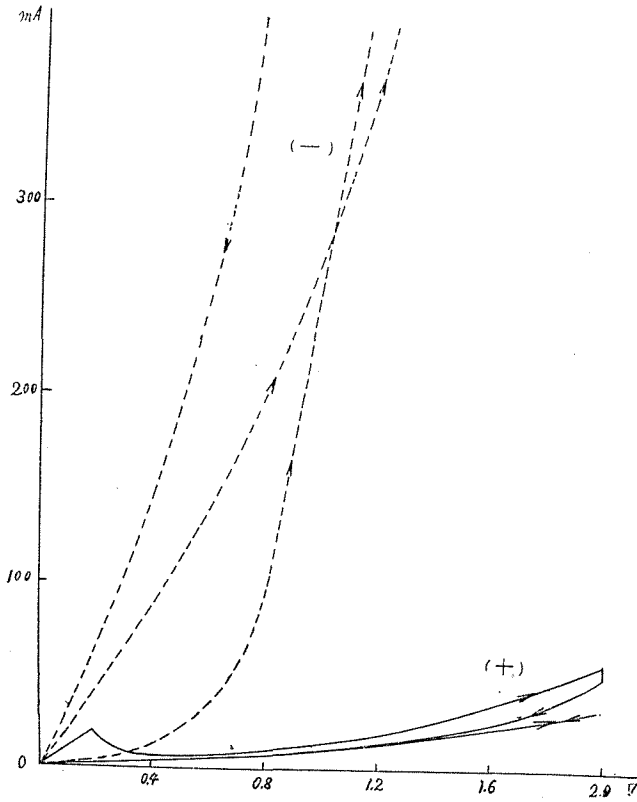
第 3 圖は負電圧を數回反覆して加えてから、電圧の極性を負から正に變轉した場合の特性である。負電圧印加直後の正特性は、第 1 圖に示す試料に初めて正電圧を加えた場合の特性と傾向は同様であるが、電流の急降下が非常に低い電圧値で起り、電流の値も試料に初めて通電する場合より



第 2 圖



第 4 圖



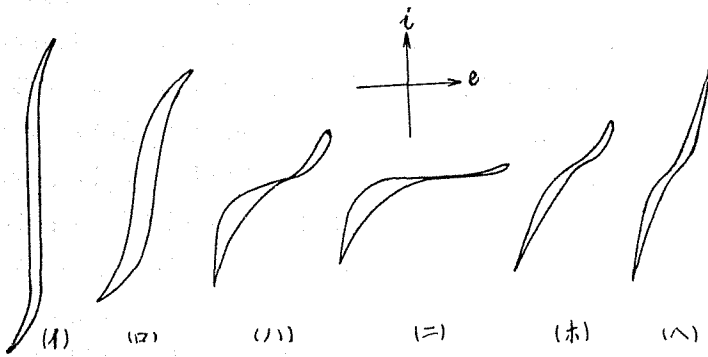
第 3 圖

も遙に大きい。明らかに極性變轉直前の負電流の影響を大きく受けている事が判る。尙この瘤が全然現れない場合も多かつた。

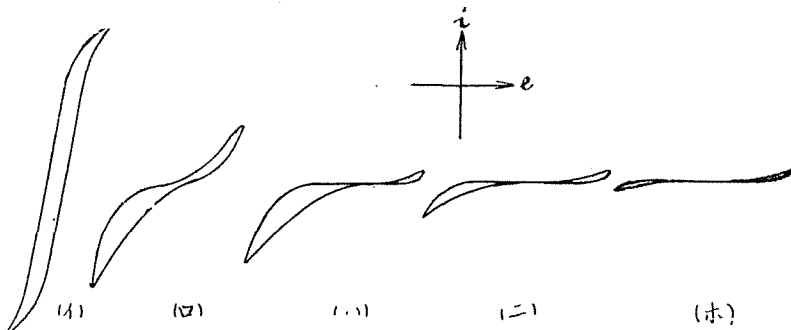
第4圖は薄膜の厚い場合、第3圖及び第2圖に示す操作を連続して行つた場合の特性である。この場合負電圧を加えても、直前の正電圧の影響を拂拭して、初めの負特性に回復しえず、漸次整流特性を失つてゆくのが認められる。但し正特性は殆ど變化しない。

電圧電流動特性 上記靜特性から明らかなように、試料に初めて電圧を加えた場合と2回目以後との間には、正負何れの場合にも相當大きい開きが認められる。この間の経過を更に明らかにする爲に、試料に50サイクル交番電圧を加えた場合の動特性が、電圧を加えた瞬間から如何ように變化してゆくか、その経過をブラウン管オシログラフを用いて觀測した。

第5圖(㊦)は薄膜の特に薄い場合、第6圖(㊦)は特に厚い場合の動特性で、その時間的變化は殆ど認められなかつた。薄膜が割合に薄いと思われる場合は、動特性は電圧を加えた瞬間から急激に第5圖(㊦)(㊧)(㊨)と變化して、一旦は(㊨)に示す整流特性の良好な状態に達するが、その後は比較的徐々に(㊩)(㊪)と變化して整流性を失ひ、對稱特性を呈した。膜の厚い場合は動特性は比較的徐々に第6圖(㊦)(㊧)と變化して(㊧)の状態に安定した。更に膜の厚いと思われる場合は、(㊦)から更に(㊨)(㊩)と徐々に變化して、抵抗の大きい整流性の無い(㊩)の状態に達した。之らの動特性の變化を上記靜特性と比較すると、互に一致する事が認められる。第5圖と第6圖とを比較すると、(㊦)から(㊨)若



第5圖



第6圖

しくは(イ)に達する迄の経過は共に逆方向の抵抗の増大によるものであるが、この状態から後は、前者では逆方向の抵抗が減少し、後者では順方向の抵抗が増大して、それぞれ對稱特性に達するのであつて、薄膜の厚さによつて反對方向の経過をとるのは興味がある。次に第6圖(イ)の状態に安定に止つている試料に、交番電壓の代りに、之と同程度の直流電壓を逆方向に短時間加えてから、再び交番電壓を加えると、動特性は(イ)から(ロ)に變化していた。即ち逆方向に直流電壓を加へる事によつて、順方向の抵抗が増大して整流特性を失う。次に交番電壓を切つて、直流電壓を順方向に加えてから、動特性を検すると、特性は(ロ)から再び(イ)の状態に返つていた。併し初め(イ)の状態にあるものに直流電壓を順方向に加えても、特性は殆ど變化しなかつた。之は整流器に直流偏倚電壓を加えた場合に相當するが、逆電壓を加えた効果が持続性を有する點に相違があり、又之が別種の應用の途を開くものと考えられる。

III. 結 言

元來半導体はその品質製作がたとえ同一であつても、その特性が著しく異なるのが普通であるが、この場合もその例に漏れない。上記の特性は多數の試料に就いて實驗を行つた内から代表的と思われるものを述べたものである。

以上の實驗結果から PbO_2 と電極との間にセルロイド薄膜を挿入した場合、適當な條件のもとでは整流作用を呈する事が明らかになつた。之らの特性を從來知られている整流器の特性と比較すると、 PbO_2 とセルロイド薄膜との間の接觸特性は多少の相違はあるが、硫化銅整流器の特性に甚だ近似している事が認められる。 PbO_2 と薄膜との場合も、薄膜塗布電極が正となる方向に電流を流せば、電解によつて薄膜部分に堰層が生成せられ、又反對方向に電壓を加えれば、堰層が破壊せられるのであるが、この場合堰層の厚さ、或は効果が常に一定したものでなく、薄膜の厚さと逆方向に流れた電氣量とによるものとすれば、上記の特性は大體説明がつくと考えられる。以上は單に電壓電流特性を云々したに止り、果して堰層が如何なる組成を有するか、薄膜の厚さ等と如何なる關係があるか、或は實際上重要な問題となる劣下現象等に就いては更に研究の豫定である。

本研究に種々御援助を與えられた土木工學科板倉教授、應用化學科岡本教授、高田助教授の諸氏の御好意に深く感謝の意を表す。尙本實驗は文部省科學研究費によるものである。