拡散接合型ゲル・ダイオードの試作

＊Ｄｒ．キッチュ

はじめに

近年、環境問題が取り沙汰されている。また、高度化する情報化に対応すべく、Ｖ・Ｒ等の手法が検討されているが、生体に無理なくマッチするインターフェイスは見出されていない。

これらを解決する手段として、基材にゲルを使用したデバイスが有望である。

ここで、拡散接合プロセスによる、ゲル・ダイオードを試作したので報告する。

ゲル・デバイスの概要

半導体デバイスの主要基材は、Si、GaAsが主流であるが、これらは結晶内部の固定化した不純物が、イオン化によってキャリアを生成し、この生成されたキャリアにより動作する。

ゲル・デバイスは、基材に有機物ゲルを用い、陽／陰イオンを用いて、キャリアをゲル中に導入し、同様な働きを狙うものである。

ゲル・ダイオードの製法

ゲル・デバイスの基本特性を確認するため、ダイオードを取り上げた。ダイオードは、アニオン（陽イオン）ゲルとカチオン（陰イオン）ゲルを電気的に接合することによって作られる。

ダイオードの製法は、

１）成長接合型
２）アロイ接合型
３）拡散接合型

の３種が考えられる。

成長接合型は、異なるドーパント（不純物イオン）をもつ２種類のゲルをセル内で接合するものであるが、ゲル界面での融合が優れず、はっきりした接合は得られなかった。

アロイ型では、ゲルの融解が不可欠であるが、ゲルの融点が、イオンの影響をほとんど受けないため、製造上の困難がある。

今回は、１種類のイオンがドープされたゲルをセル内に形成し、これにイオンソースを導入拡散する、拡散接合型ゲル・ダイオードを試作した。

図１に、今回のプロセスフローを示す。
基材となるカチオン型ゲルは、市販のゲルを用た。ドーパントはクエン酸である。アニオンのドーパントは、Ｎａ＋イオンである。

接合は、セパレータ、アニオンソースを投入後、熱処理することで形成した。

＊超越科学研究所・ワークスキッチュ
マッドサイエンス学会正会員
Laboratory of Hyper-Science
Yamanashi JAPAN

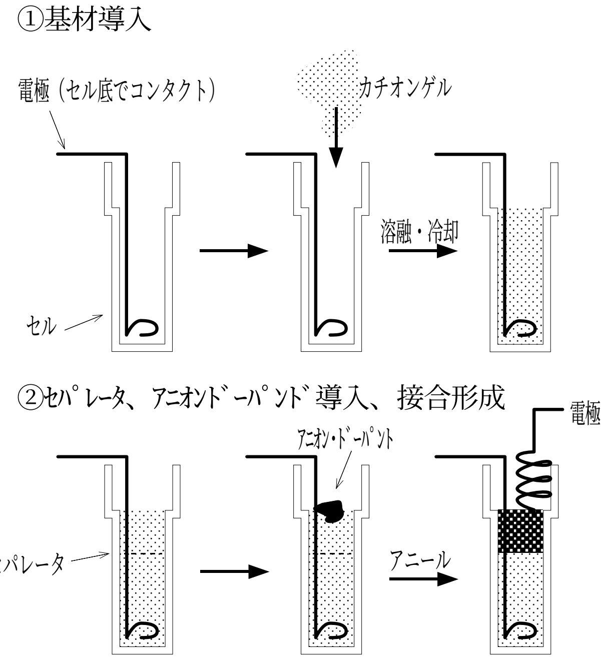

図１　ゲル・ダイオード　プロセスフロー

試作ゲル・ダイオードの特性

ゲル・ダイオードの電気的特性は、セルの底と上面に設置した電極にて測定する。測定には、ＹＨＰ社製のＨＰ４１４５Ａパラメータ・アナライザーを利用した。　測定回路を図２に示す。

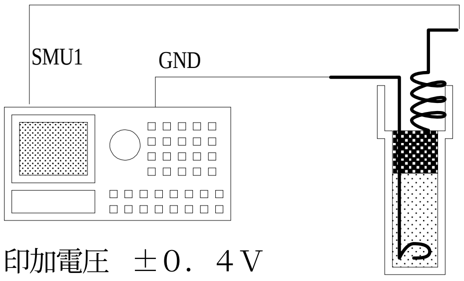

図２　ゲル・ダイオード測定系

ゲル中に含まれるイオンが電気分解しないように、印加電圧は±０．４Ｖ程度とした。

ここで、ゲル・ダイオードの順・逆方向特性を図３に示す。

この測定より、ゲル・ダイオードの特性には、大きなヒステリシスがあることが判った。

このヒステリシスは、印加電圧を－から＋へスイープした場合は小さく、＋から－へスイープした場合は大きい。　また、そのカーブも非対照的であった。

ゲル・ダイオード特性の考察

ゲル・ダイオードには、大きなヒステリシスがあることが判明したが、これが何に起因する

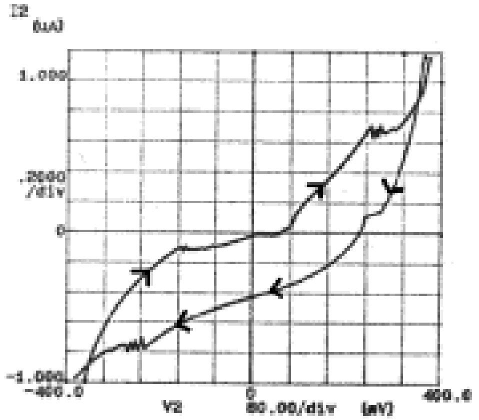

図３　ゲル・ダイオードの静特性

かを考察した。

図４に、ゲル・ダイオードの伝導モデルを示す。　Si等の固体デバイスと違い、ゲル・デバイスは、イオンとキャリアの双方が電荷輸送に参加する。　この場合、キャリア質量の小さな方が、移動度は高くなり、より電流を流す。

ゲル・ダイオードで、最も良好なダイオード特性は、０Vから０．４Vへスイープした区間である。この区間では、伝導は電子（水酸基）が行うとおもわれ、大きな移動度のために、良好なダイオード特性が得られている。

＋からーへのスイープでは、伝導は主としてイオンが担っており、これらイオンの移動度が小さいため、信号の変化に追随できずに、ヒステリシスが発生する。

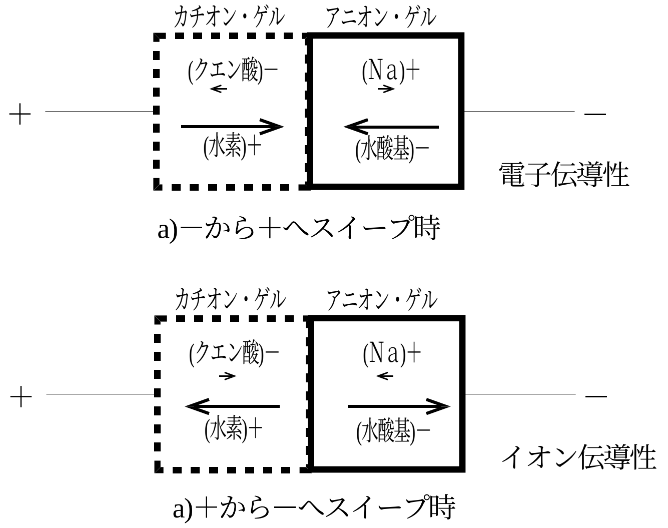

図４　ゲル・ダイオードの伝導モデル

この現象を確認するため、＋側、ー側それぞれのガンメルプロットを測定した。これらを、図５、６に示す。

＋側のスイープ（０V→０．４V）では、Si MOS･Trと同様な２乗特性を示すカーブが選られた。これは、伝導キャリアが多数キャリアであることにも関係するだろう。

ー側（０V→ー０．４V）スイープでは、プロットはほぼ直線になった。

ゲル・ダイオードの遮断特性を改良するには、電子／イオン伝導の制御が必要となるであろう。

この特性改善には、１）イオンの分子量を上げ、移動度を下げる、２）ゲルにイオン性の官能基を結合させ、ゲル自体がキャリアソースになるようにする、３）セパレータに高分子膜を用い、イオンを遮断する等が上げられる。

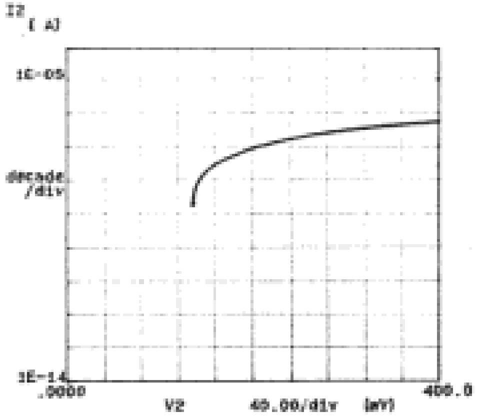

図５　順方向ガンメルプロット
（縦軸はLogスケール）

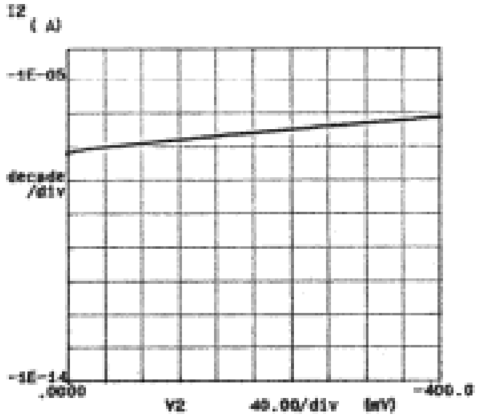

図６　逆方向ガンメルプロット
（縦軸はLogスケール）

まとめ

ゲル・デバイスの可能性を探るため、ゲル・ダイオードを試作し、特性を確認した。伝導には、電子／イオン双方が関与している事が判った。

ゲル・デバイスの今後の応用・発展としては、ゲル・トランジスタや、プレーナープロセスによるゲルＩＣ等が当面の目標である。

応用面としては、高周波特性を改善し、検波素子への応用（ゲル・ラジオ）や、生体へのプローブやショック用端子（ゲル・ショッカー）等の開発が興味深い。

参考文献　ＨＰ４１４５A取扱説明書　ＹＨＰ
ＭＯＳデバイス　電子通信学会