

オーディオ用理想電源デバイスSBD VS Diの実回路での、波形観測と音への影響。

筆者が2000年6月、日本オーディオ協会主催の第8回JASコンファレンスにおいて「オーディオ電源用SBDの開発と発表をさせていただきましたその後日本のオーディオメーカーのアンプはほとんどがFRD,DiからSBDの採用に踏み切りました。

そこで今回、実回路における、整流波形と音との係わり合いにメスを入れました。

オーディオ用理想電源デバイスSBD

整流素子SBDについて、ミネソタ大学教授ALDERT VAN DER ZIELは半導体のバイブル的存在、「固体電子工学」(工学博士：和田正信訳)原書は1957年にPrentis Hall, Incから出版“ SOLID STATE PHYSICAL ELECTRONICS “である、そのなかに金属-半導体整流器(SBD)は次の条件が満足されている時**理想整流器**に近づくことができる唯一のダイオードである。

逆方向電流が小さいこと。

順方向電流が大きいこと、すなわち、直列抵抗が小さいこと。

許容逆電圧が大きいこと、このため整流器は大きな信号を扱うことができ、

したがって理想ダイオードに更に近づく。と記載されている。

一般電源では何の問題もないダイオードが、ことオーディオ用電源では受け入れられない現実が存在する。

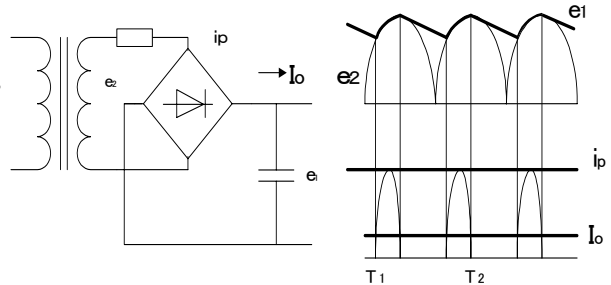
これは人間の聴覚が情報量、アナログとCD(サンプリング周波数44.1KHz)時間軸で約22μsの差を感じ取ってしまう、ところから始まっているのでは。

少数キャリアで整流するダイオードには順回復時間が存在、整流管も、(MJ 2003 / 8 真空管SBD記載) するため、コンデンサーインプット回路でコンデンサーからDiに切り替わるリップルの谷間での負荷に供給される電力に大きな差が現れアンプの情報量に反映されるのでは。

コンデンサーインプット回路

オーディオ電源でのコンデンサーインプット回路では**ダイオード**は順回復時間の存在と逆回復時間(300μs~900μs)C側から見るとショート時間の存在、

また電子とホールとの結合時に大きなノイズを発生これが半導体アンプの致命傷になり、高域にブレンドされ倍音が綺麗に再生できない原因になっていた。



第1図-コンデンサーインプット整流回路と電圧・電流波形

オーディオ用SBD

オーディオ用SBDは従来のSBDのもれ電流を一桁少なくしたシリーズです、理論的に順回復、逆回復時間の存在とノイズの発生がないため、今までのオーディオ電源の問題点一挙に解決してくれる。

真空管アンプでも電源をSBD化すると、今まで、聴こえなかった、音が300B,2A3,EL84の音色を損なわず聴こえ、半導体アンプでなければ駆動できなかった、重たいウーハーがこともなげの駆動できます。

FRD・SBD順回復波形

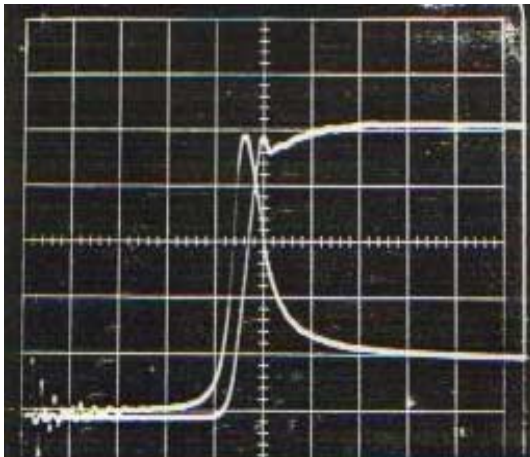
順回復時間が音を決める。

下記の順回復時間波形、ダイオードの順方向に強制的に1Aの電流を流した時の電圧、電流の波形、電圧波形で0.1V 1.1V(VF)になるまでの時間とピーク電圧の存在、

SBDは金属とシリコンの接触により金属のフェルミレベルでバランスがとれているが、電界が加われれば即多数キャリアが流れ出すため順回復時間がなく、SBDのVFに到達する。

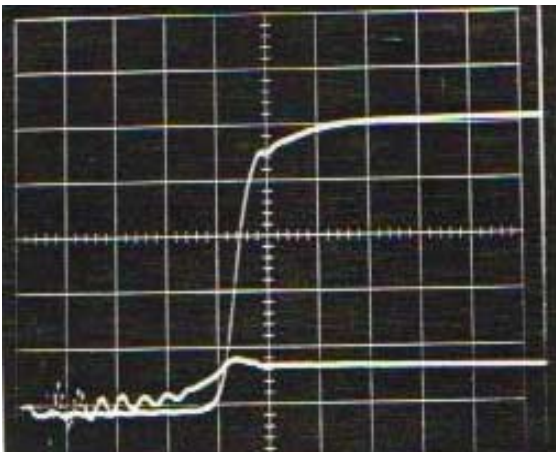
一方、FRDはオーミックコンタクトが存在するため、P層からキャリアが出てキャリア濃度の薄いN層の厚みのなかを通過N層に到達するまでの時間とエネルギーが必要なため、ピーク電圧、と順回復時間がかかります、コンデンサー・インプット実回路では定常時のVFは関係なくコンデンサーからDiに切り替わる時どの位に時間差で電流が流れ始めるかが問題になるこの差でアンプの良し悪しが決定される。

FRD順回復波形



H = 0.5 μ s / DIV
V = 電圧 1 V / DIV
= 電流 0.2A / DIV

SBD順回復波形

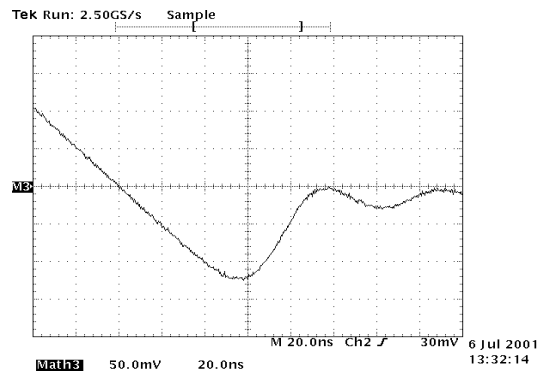


H = 0.5 μ s / DIV
V = 電圧 0.5V / DIV
= 電流 0.2A / DIV

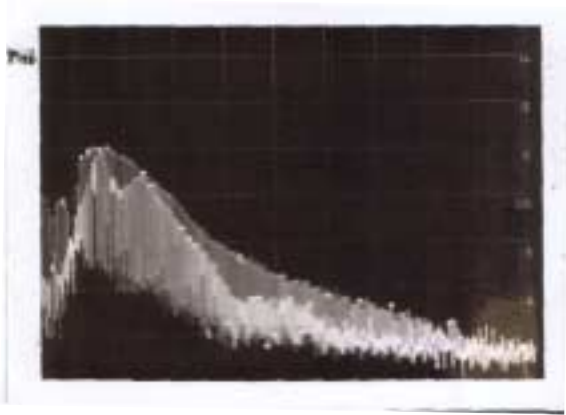
逆回復時間

PN ダイオードは整流後に逆回復時間 (300ns ~ 1.2 μ s 常温) が存在しますC側から見るとショート時間の存在です、この時電子とホールの結合時に大きなノイズを発生します、この逆回復時間は順電流、高温に比例して大きくなります。これがアンプの信号に入りうるさいAMPになります、高域にブレンドされ倍音が綺麗に再生できない原因になっていました。

参考 代表的なtrr波形 超高速FRD



ダイオードが発生するノイズ波形



一般Di 3A 400V

このノイズはダイオードに1A流した時のDi側面1cmのスペアナ波形です、可聴帯域50~200KHz アンプ初段の信号系に混入し増幅される原因になります。

SBDは多数キャリアなので理論的にノイズは発生しません。

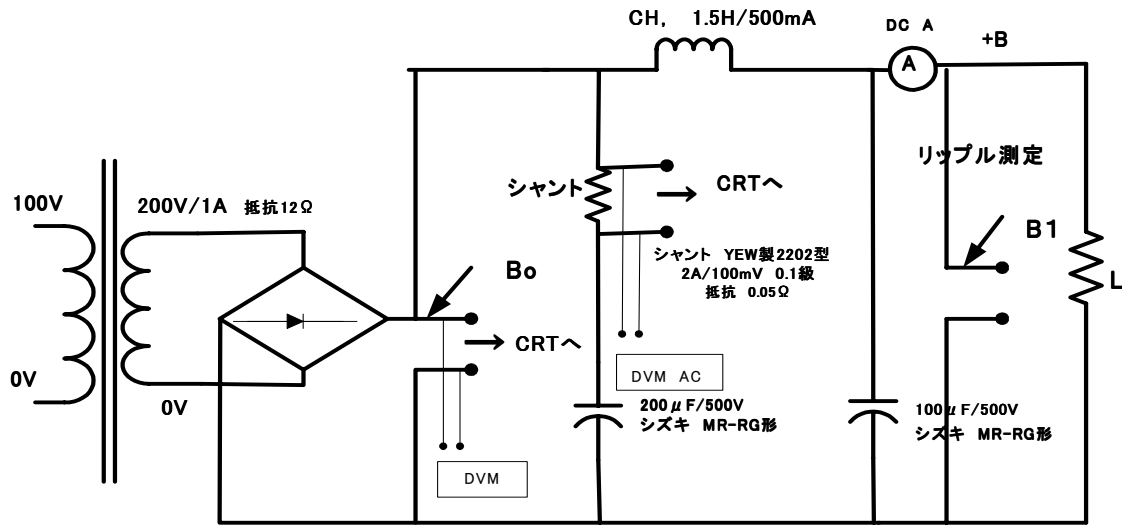
コンデンサーについて

コンデンサーも金属半導体と同じ様に多数キャリアによって電流が流れます、充電の時金属の自由電子が電界により動かされます、金属箔の大きさで低インピーダンス領域があり、ショート状態の様に電流が流れ込み、その後コンデンサーの持っている内部抵抗に従って充電されます。

リップルの最下点ではDiの流れ始めにショート状態のCとアンプ負荷が並列に接続された状態です、電界がかかっても、即流れない、Di、真空管はCのショート状態のエネルギーが供給できず、アンプ負荷も2~300 μ sの空白の時間が存在しそれを人間の脳が感知しているのではと推測します。

実回路波形とコメント

SBD VS PNダイオード 回路 波形、リップル測定

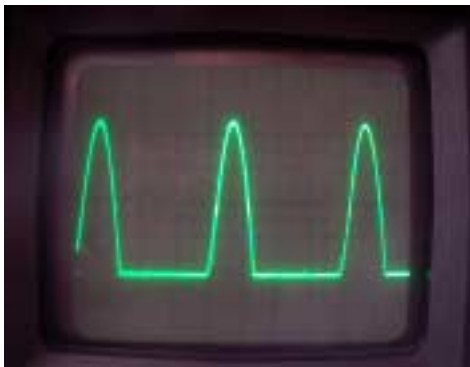


オシロスコープ HP製 184A,1805A,1825A 100MHz 2CH メモリー型
ブリッジ試料 SBD:B60A60H Di:25G10×4

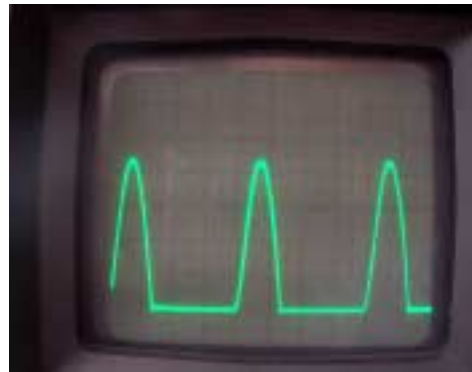
$$L = (KT88 \times 4) + R$$

SBD整流波形 1

Di整流波形 2



充電電流波形 シャント定格(2A/100mV)
スコープレンジ 10mV/DIV
表示 4.2 42mV 840mA



充電電流波形 シャント定格(2A/100mV)
スコープレンジ 10mV/DIV
表示 4.5 45mV 900mA
立ち上がりの遅い分、ピークが大きくなります。

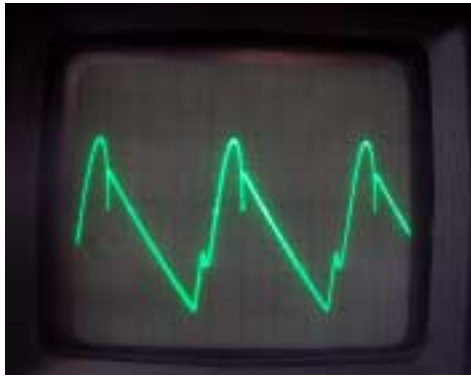
写真1,2は上記回路のSBDとDiの整流波形

真空管アンプB+電源でSBDとDiの差し替えをしました。Cと負荷電流に供給される電力には整流波形では差が見られません、SBDはピーク電流が840mAとDiに比べ60mA低く観測されます、SBDは電界がかかり即電流が流れるので整流波形の巾が広くピーク電流が低くて済みます、Diは順回復時間の存在で立ち上がりの遅れた分、ピークが大きくなります整流管もSBDに比べると同じ傾向です、トータル的には差は見られません。

写真3,4はSBDとDiのリップル波形

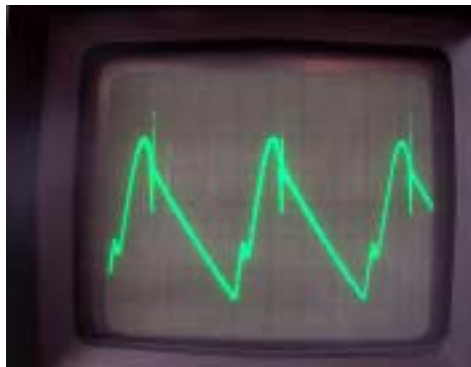
SBDとDiのリップル波形SBDには逆回復時間 t_{rr} が理論的に存在せずノイズの発生はありません。一方ダイオードにはコンデンサの電圧が高くなったとき逆回復時間 t_{rr} の存在と電子とホールの結合時のノイズ発生がはっきり写っています。順電流、温度が大きくなればなるほど t_{rrm} ノイズともに大きくなります。どんな優秀な技術者でもノイズを取りきることは出来ません。

SBD Boのリプル波形 3



B0のリプル波形 T,(2ms/DIV)
スコープレンジ 1V/DIV
表示 4.9 4.9V

Di Boのリプル波形にノイズ 4



B0のリプル波形 T,(2ms/DIV)
スコープレンジ 1V/DIV
表示 5 5V
ダイオードリカバリータイム時のノイズが観測される。

アンプ負荷への電力供給は？ リップル波形の拡大波形

リップル波形の右側、時間軸を4倍に拡大して時間軸の分析ををします。
リップル波形の最下点からDiの整流が始まります。途中1段休憩し、(これは1.5mHのおおきなLのいたずらと推測します)
更に充電とアンプ負荷への供給電流です、写真5,6の電流の立ち上がりが全く違います、Cのショート状態に流れ込む電流波形、どの時間軸からアンプ負荷に流れるかは断定できませんがショート状態のCとアンプ負荷は並列に接続されています,中段のギャップの位置で1メモリ約500 μ s差があります、もし500 μ s位だと仮定するとこの時間のアンプの音楽信号はどうなっているのかな、

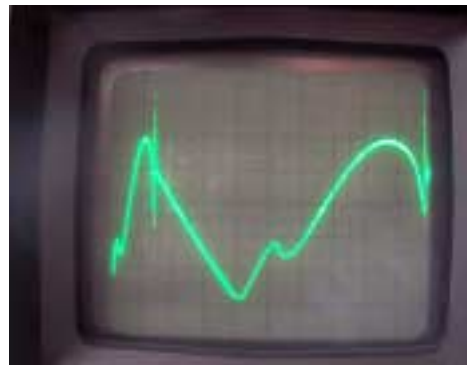
筆者は欠落しているのではと推測していますが、真空管アンプで駆動出来ないウーハーが電源をSBD化することでいとも簡単に駆動出来る秘密がこの辺ではと想像していますが、皆様はいかがですか、

SBD Boのリプル波形の拡大 5



T.ミックススイープ 右T,(0.5ms/DIV)

Di Boのリプル波形の拡大 6



T.ミックススイープ 右T,(0.5ms/DIV)
順回復時間の存在で電圧がかかっても電流が流れるまで時間がかかる。(伝導度変調)
約1メモリ500 μ sの差が観測されます。

感想

Di整流とSBD整流の立ち上がり電流の差がそのまま、アンプ負荷に影響をあたえ、音楽信号の差になり、音の密度,スピーカーのドライブ能力に影響をあたえ、聴感上の差が感じられるのではと思いました。

感動を創造する。

A & R Lab 代表 出川三郎
住所 秦野市鶴巻北3-10-23
TEL 0463-76-9606
mail : sdegawa@mvd.biglobe.ne.jp