

8038 ファンクションジェネレータ China 製 300 円キット

#1 リカバー編

懐かしのファンクションジェネレータ IC、ICL8038 のキット。可聴帯域のサイン波、三角波、矩形波が同時に得られる。基板と全パーツのキットが送料込みで 300 円！ 夢のような話だ。ホントに動くのかなあ。

■ 8038 って？ ■

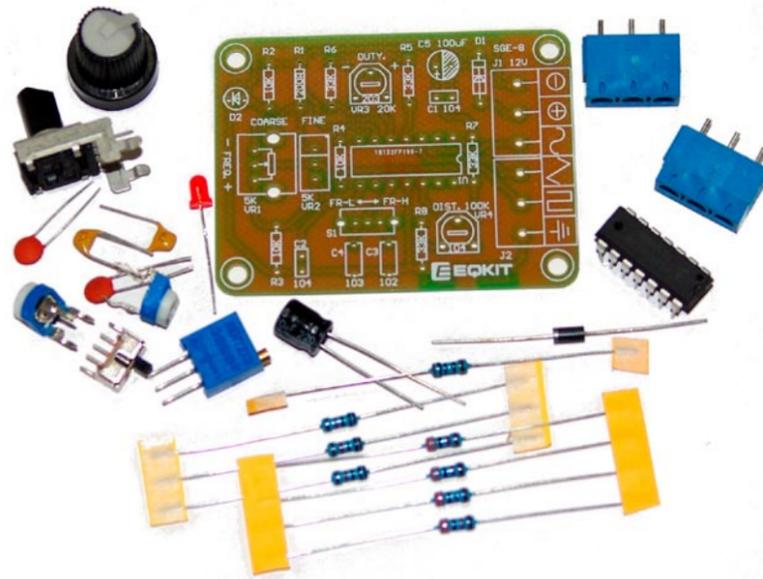
オーディオ機材の調整・メンテにはそこそこの精度の発振器が必要。とりわけ 1kHz サイン波の発振器はすべての基準になるため、どんな現場でも無いと仕事が始まらない。まあ 1kHz サイン波だけならオペアンプ 1 個でもかなりの精度の発振器が作れる。でもウーファをテストしたければ、もっと低い周波数、50Hz や 100Hz が要るし、ツイータなら 5kHz とか 10kHz も要るだろう。さらにサイン波以外の波形もほしいとなれば、とてもオペアンプ 1 個では済まない。

可聴周波数帯すべてで、しかも周波数連続可変で、複数の波形を得られるのがファンクションジェネレータ。安くはなかった。特にサイン波が出るジェネレータは高級測定器だったから、とても手の届く値段ではなく垂涎的だった。サイン波を周波数連続可変で出すのは至難の技。だから TRIO などの安価な測定器は三角波と矩形波だけを出す仕様で、これなら買えた。一応役には立ったけれど、やはりサイン波がほしい〜、と願いつつとところに現れたのが、インターシルというメーカーの ICL8038 だったわけ。

14 ピン DIP にファンクションジェネレータの全回路が入っていて、多少の外付けパーツを選ぶだけでいい。ただ、回路定数にクセっぽいところがあるため、設計には試行錯誤は要求される。でもインターシルは発売当初から内部等価回路を公表していたから、考える資料は充分にあった。

私は 35 年くらい前に 8038 と格闘し、今でも使っている我が家のメインの発振器を作った。メーカー製の測定器にはすべての面で劣るが、「そーゆーもんだ」として使えば実用上問題はない。どだい IC 1 個でできることには限りがある。当時 8038 は高い石だった。プラスチックのパッケージでも 700 円、セラミックだと 1500 円もした。今では廃品種なので定価も相場もわからないが、保守パーツ専門の販売店ではプラスチックパッケージが 1500 円（いかにもボロすぎ）。だから今でも 1 個 300 円以下にはならないだろう。

8038 の後継品種は無い。現行品で似たようなものに XR2206 という IC があって秋月キットになっている。秋月では石単体売りはしていない。（ねえ、売ろうよ、秋月さん）

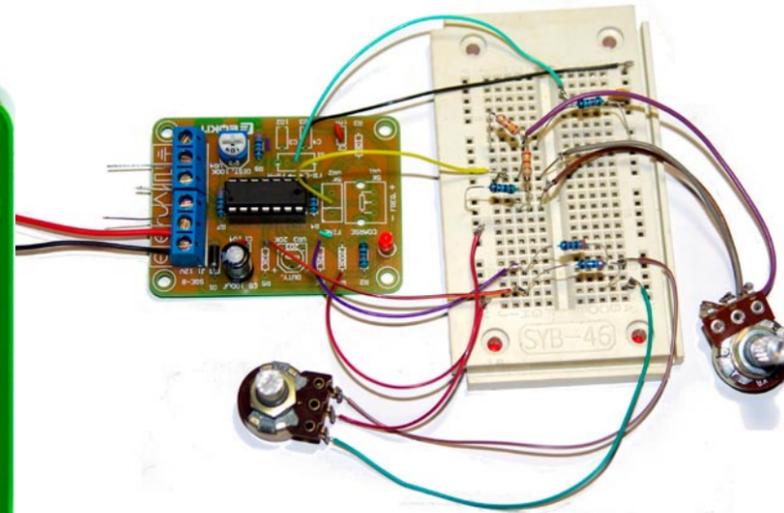
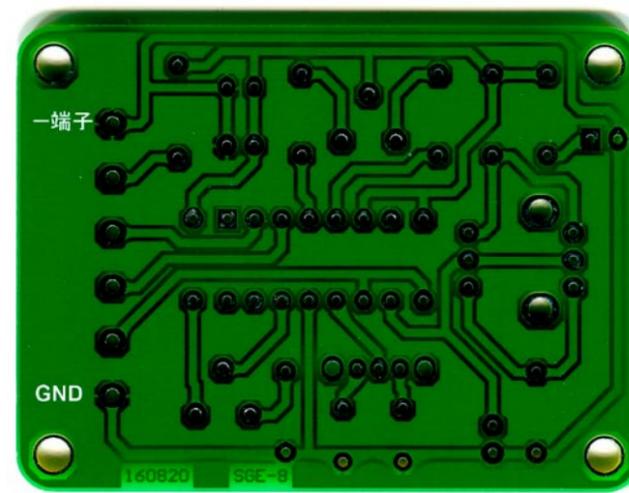
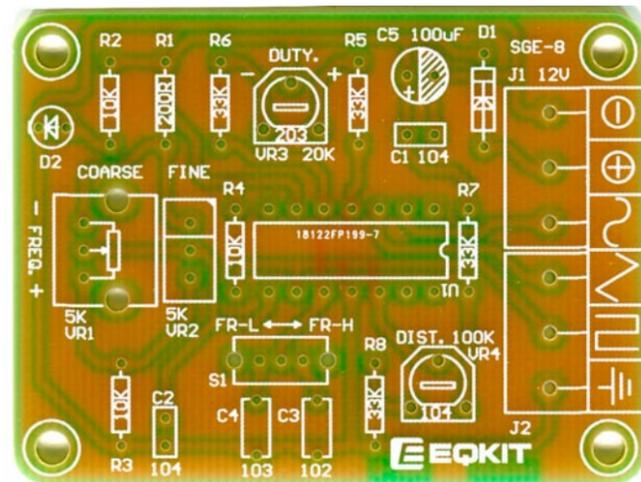


■ キットの中身と回路 ■

この正月、そんな製造中止の骨董石がキットになって Amazon で通販されているのを発見した。値段は驚きの 300 円。しかも中国からの送料込み。もちろん即買った。

上の写真がその「キット」のすべてだ。小さなビニール袋に入っていて説明書の類は一切無い。パーツの取り付けは基板のプリントを見ればわかるだろう、ということだろう。ま、8038 が入っているのが元は取れているから文句は言わない。

じゃ、作ろう、としたところで手が止まった。強烈な違和感を覚えたのだ。Amazon の説明では「12V 電源」だったものが、基板にはプラスとマイナスの接続穴がある。もしかして二電源？ で、裏の



■ 定数改訂 ■

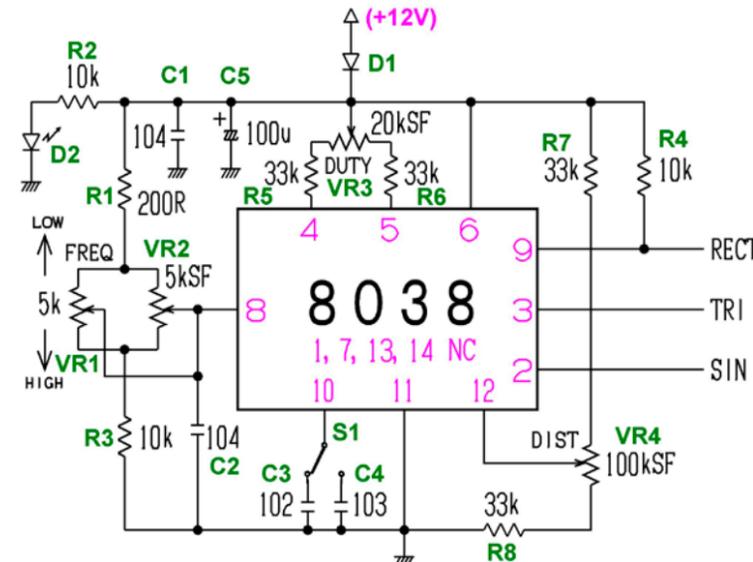
パターンを見ると、マイナス電源端子は基板を一周して GND 端子とモロにつながっているのではないか。誰かが早とちりして正負電源をつないだら、いきなりマイナス側がショートする。う〜ん、段々チャイナになってきたぞ。この分だと基板の印刷通りに作っても動くかどうかかなり怪しい。

さらにデューティサイクルを微調整する定数が、どことなく臭い。三十数年前の格闘の記憶からピピッと悪魔の本能が目覚めた。このままじゃデューティを動かすと周波数も派手に変わる？ 非常に危ない。怖いので、まず回路を取ることにした。

下がキットオリジナルの回路。8038 を VCO モードで使ったときの典型的な構成だ。何となく動きそうな顔はしている。ただ、どうしても 2ヶ所気になる。まずやはりデューティサイクル調整回りの定数。R5 と R6 を同じにするのは定石だが、20k 半固定も含めて、どうも 1 桁大きいみたい。これで動くかな？ この定数は発振周波数にも関係する。ヘタすると正常に発振しない。

もうひとつは周波数調整の VR の付け方。VR1 がコースで VR2 がファインだそうだが、どちらも同じ値で並列。なんだこれ？ たしかに 8038 の 8 番ピンに流れ込む電流で周波数が決まるとしても、これじゃ意味ないじゃん。ただの特急と鈍行の違いだけだろう。

いきなり作るのはやめた。本当に動くかどうか、まず確かめることにした。300 円でも石橋を叩いて渡るのだ。



大丈夫そうなパーツだけを基板にはんだ付け。それ以外はブレッドボードに移設する。なんとパーツの半分程度が移設対象になった。

なお、このキットの抵抗はすべて 1% だが、これってまるで意味がない。発振周波数を決めるコンデンサにはセラミックを使うことになっているし、半固定抵抗はごく普通の安い製品。むろん温度補償など念頭がない。抵抗だけ頑張っても無駄だ。

ブレッドボードで動かした結果は？ 悪い予感はずっと当たる。発振はするが、まったくもって正常ではない。波形はメチャメチャ、周波数も動いているのやら、さ迷っているのやら。正常なのは LED が点灯したことだけ。

周波数はどこでもいから正しい波形を出そうと、デューティ調整部分の定数を 33k → 10k、20kSF → 1kSF に替えると、出ました正弦波。このとき 10 番ピンにつながる C は 103。周波数調整用の 2 個並列の VR は、鬱陶しいので 5kB を 1 個にした。

そのためか、R1、VR、R3 の分圧比が変わって、周波数が下がりきらない。また、VR の半分から上では発振が止まる。で、R1 の 200R を 100R に変更。R3 の 10k を 18k に変更。これでまあまあどうにか人並みの発振器になった。

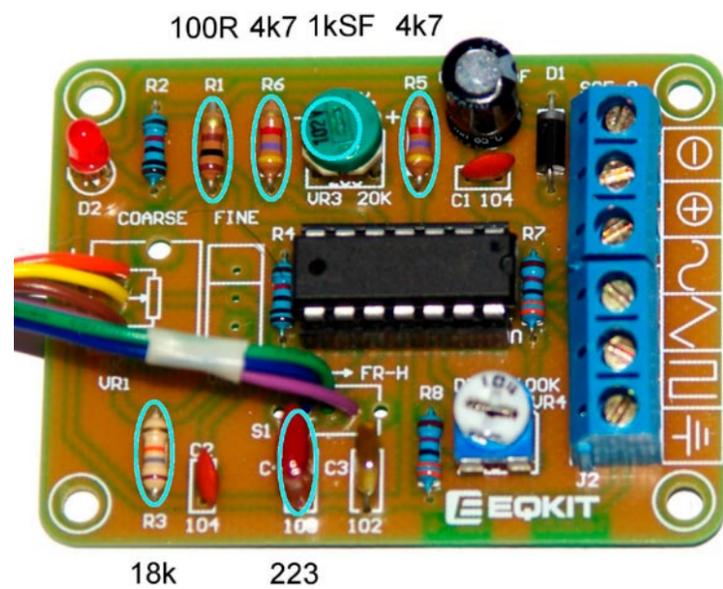
次に発振レンジの設定。Amazon サイトの説明では、発振周波数範囲は 50Hz ~ 5kHz だった。8038 には控え目というか設計不良というか、ファンクションジェネレータとしては使えないスペックだ。石の実力からすれば、下は 0.1Hz から上は 100kHz あたりまで（矩形波の波形は乱れるか）スイスイ出てくるはず。5kHz じゃ困る、せめて可聴周波数範囲は出したい。そこで C3 と C4 に具合の良い定数を探してみる。

C3 の 102 (1000p) は問題ない。おおむね 380Hz ~ 61kHz の変化になる。61kHz というのは「ハイレゾ」でもなければ要らないが、出ないより出た方がいい。周波数が高くなっても波形は乱れないし信号レベルも落ちないし。

面倒なのは下のほう、C4 の値だ。これは計算からも出るはずだけれど、私としてはカットアンドトライを好む。いろいろ試して C4 は 223 (0.022u) に決めた。これだと 19Hz ~ 2870Hz あたりの変化になる。

最後に、どうも気になるので R5 と R6 を 8038 標準? の 4k7 に変更。これでデューティをいじっても周波数の変化は極小になる。

以上は電源電圧が +12V のときのデータ。電圧を変えると周波数も変わる。電圧を上げれば周波数も上がるので、そこは注意のこと。

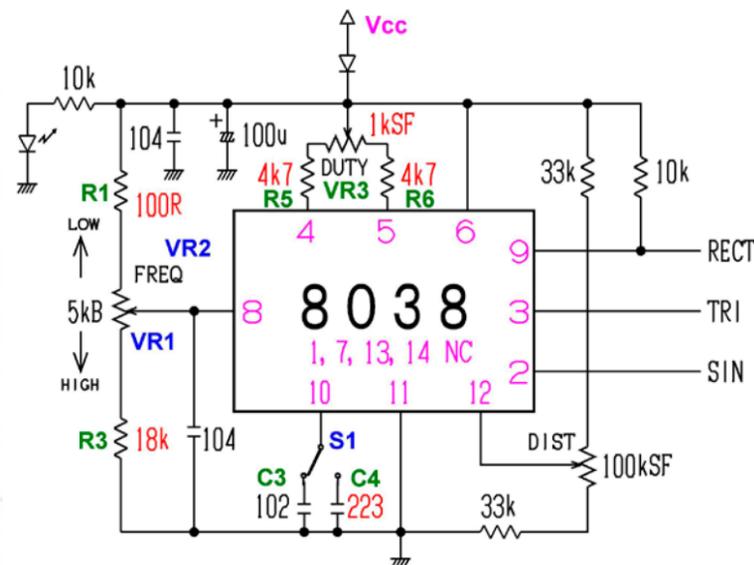


■ まとめてみると ■

以上、ごちゃごちゃ書いたのをまとめると、最終的な回路は右上になる。基板上の変更箇所は上の写真。オリジナルのままなのは1%抵抗、変更した部分が5%抵抗だからわかりやすいだろう。

この他、細かいことを言うとバイパスの100uには220uが入っていたけれど、これが16V耐圧だったので25V耐圧に変更(容量は100uでも220uでも変わりなし)。ICにはソケットを履かせた。周波数を決めるC3とC4にはマイラを使う。セラミックじゃ、いかにも、でしょ。かといって、ここに高精度のスチロールなどを使っても意味は無い。抵抗は熱や経年変化で動くしIC自身も熱の影響を受ける。8038の発振器は精密測定器ではない。あくまでも実用には充分の簡易型と考えるべし。そもそも300円のICに数万円の価値を期待するほうが間違っている。

この基板の動作確認と半固定の調整にはオシロが必須。えっ、持ってない? そりゃ困った。一番簡単なのは両方の半固定を中央にすること。まず大外れはない。少しファイトがあるなら、基板のサイン波出力をヘッドフォンなどで聴いて、音が最も単純というかシンプルになる箇所にセット。ただし! この基板のどの出力も、振幅の中



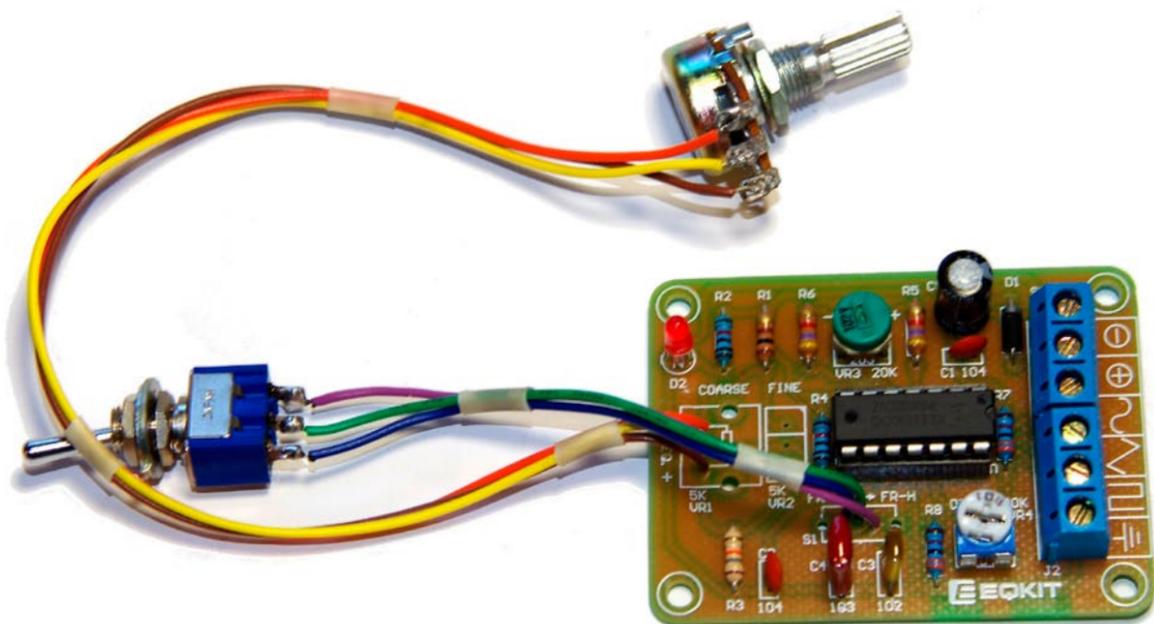
赤文字の定数は変更した箇所
VR2は撤去、VR1とS1は外付けにする

心が0Vではない。矩形波は+5Vあたりを中心に揺れているし、三角波とサイン波は+6Vが中心(電源電圧12V時)。つまり出力に直流が出ているわけで、そのままアンプにつなぐと、良いアンプほど壊れる。対策は、基板出力を0.1u(104)くらいのコンデンサで切っただけからアンプにつなぐ。低域の振幅が小さくなるがアンプは安全。

オシロがあれば、まずサイン波を見ながらDISTの100k半固定を回す。波形がサイン波っぽくなる箇所が当たり。次に三角波を見てDUTYの1k半固定を回してみる。三角波が傾くだろう。三角の両辺が同じ角度になるようにすればデューティ50%で正解。もう一度サイン波を見ると、ほぼ完璧な形になっているはずだ。といっても8038では「ダイオードによる折線近似」という方法で三角波からサイン波を作っている。これだとしてどうやっても「見事に美しい」サイン波にはならない。歪率1%以下が公称だが、...

現状は以下の写真だ。まだ測定器としては使えない。まだ解決すべき問題と仕上げの工作が残っている。だから今回のタイトルは「#1 リカバー編」にしたわけ。今回はこの基板を中心に、実用的なファンクションジェネレータを作ろう。

あ〜あ、せっかく300円で手に入れたのに、完成までに、あといくらかかるのかなあ。



■ このキットの入手法 ■

最初にも書いたように、私はこのキットをAmazonで発見して手に入れた。今年(2017年)の正月のことだ。ところが今(2月はじめ)、もうAmazonでは入荷しそうもないとのこと。えっ? じゃ、この記事は何なのさ?

大丈夫です。China製品だから未来永劫あるとは思えないものの、今現在なら扱っているサイトがある。www.banggood.comという激安サイト。ここで「8038」で検索すると出てくる。値段は少し高くなって370円くらい。為替と連動しているため毎日変わる。やはり送料込みだ。どうしてこんなに安いのか?

まず送料に関して……、人民中国の政治的建前は、とりえず社会主義であって、政策として人民の生活に必要なサービスは極力安くする(つーことになってる)。それにしても医療費が異常に高いのが解せないけれど、それは置いて、中国郵政の料金はムチャ安いのだ。中国から日本への郵便料金(封書)は、20グラムまで5円、10グラム増えるごとに1円。今回の8038キットなら、封筒も入れて30グラム以下なので6円、ということになる。人民元のレートは人民の経済的利益を手厚く保護するため、賢い人民政府が賢く決定する。為替操作といわれようと、人民のためだから全然気にしない。そのため実体経済はともかく、レートは大きく変化する。大雑把に言って1元は13円~20円くらい。今のところは約17円。

つまり送料の6円とは日本円だと100円程度に相当し、日本国内の定形外より安いのだ。これなら「送料込」にできる。

ただし、以上は中国が外国と取引する場合に限ってで、中国国内どうしの取引だと「安い!」は成立しない。特に沿海部や首都圏以外の内陸地域では、住民感覚として1元は日本円の100円弱くら

いに当たる。そうすると海外への封書の5元は決して安くはない。8038キットの370円は、およそ22元。日本人の感覚に置き換えると2000円くらいになるだろうか。妥当というか、ちょっと高いというか。

つまりこれが現在の人民中国が抱えている本質的な危機の芽だと思ふ。一般に沿海部と内陸部の経済格差なんて簡単に呼ばれているけれど、実は簡単ではなく、すべての矛盾の始まりはここにある。人口が14億もありながら内需が伸びない原因はこれだ。鄧小平さんが「儲けられるやつから儲けろ」とアダムスミスみたいなことを言ったことから、方向感も展望も無しに暴走に至っている。

話を戻して(どこに戻す?), 前述したbanggoodというサイトの運営会社は香港にあるらしい。住所はコーズウェイベイだから、少なくとも家内工業的な父ちゃんが社長で母ちゃんが専務、従業員は子どもたち、ではなさそう。でも私は保証しない。オーダーの際には、一番どーでもいカードを使って、メアドは捨てても構わないものを登録すべきだろう。会社が潰れたら個人情報どこに流れるかわかったもんじゃない。

しかしとにかく日本人から見ると激安サイトだ。面白いから一見の価値はある。丹念に見ると驚くべき発見もあるだろう。某秋月で売っているキットと同じものがあつたりする。秋月で1900円の周波数カウンタが600円くらいとか、その他いろいろ。安さにつられて買い込まないように。今回の発振器のように、きちんと動かなくても文句は言ひこなしのサイトだ。Chinaに日本と同様のアフターサービスを求めるのは筋違い、とも付け加えておく。

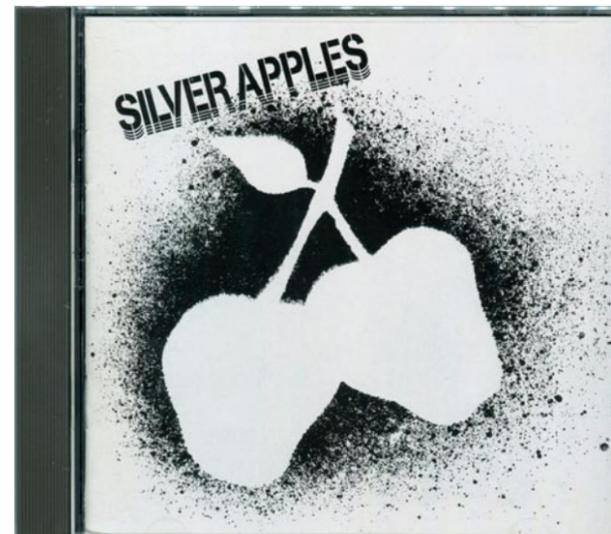
私はここでXR2206のキット(秋月のものと似ている)を発見し、既にオーダーした。今度は動くだろうな。ダメでも石のメーカーのアプリケーションノートがある。どうにかなるでしょ。(届きました。若干の改良で動きそう)

■ Silver Apples ■

発振器をいっぱい並べて、それぞれから音階の周波数を出せば楽器になる!と、人類最初?に思い付いたのがシルバーアップルズの親分シメオン氏。楽器鍵盤は高いので、代わりにモルルス練習用の電鍵を使っている。ついでに自分も歌っちゃたりして、あまりリスナーの迷惑は考えていない。下のアルバムは彼らの代表的な1枚、デビュー盤だ。バンドの構成は2人で、シメオン氏の他は若いドラマーだけ。ただ、この若者もシメオン氏の芸術性に付いて行けず、

次のアルバムでは別の人に替わっている。今でもシルバーアップルズは活躍しているようで、つまり、バンドメンバーはともかく、シメオン氏がいればそれがアップルズなのだ。

もし下のアルバムがLPで見つかったらお宝モノ。ジャケットだけでも価値があるという。なにしろシメオン氏自ら描いたシステムの回路図が入っているからだ。CDではトレスし直したシステム図が付いている。どっちも解読には時間がかかる。



著者はこの記事の著作権を放棄しません。リンクは自由ですが、どんな形式に於いても無断転載、無断複製等をご遠慮ください。著作権を主張するということは、記事内容に責任を持つということでもあります。