

NJM2072 シリーズ

Attack Suppressor

Mellow
ATTACK

アタックだけ抑え込みたい。
大正琴用に作ってみましたが
ギター・ベースにも使えます。
ある事情で急遽公開するはめに。



■ ひええ！ディスコン ■

メーカーのICリストで「製造終了（ディスコン）」という文字を見ると、それがどんな石でも悲しい気分になる。アンタの時代は終わったんだよ、と宣告された石は、以降新規設計には使われず、遠からずエンジニア諸氏の記憶からも消えてなくなる。諸行無常だなあ。

これが私が好きな石とか、製作済みで未発表の機材に使っている石だとノスタルジーだけでは済まない。まず怒り、悔しさ情けなさ、空に向かって「バカヤロー！」と叫びたくなる。どうすりゃいいのさ。オレの石をなくすな！

大体においてディスコンになるのは特殊機能の石が多く、だから後継品種も無い。使い途がニッチだから数が出ず、メーカーとしてはお荷物なのだろう。製造総数は少なく流通在庫も期待できない。もし今世界中の4558がディスコンになっても、この先十年くらいの在庫はあるだろう。2SK30Aだってまだあるし。それに反して、今回私が使う NJM2072 は、既に DIP の在庫がほとんど無い。2072 を知らない？ 去年まで秋月で 100 円だった石。音声信号などのレベルが一定以上になると知らせるとい、ごく単純な機能しかない。誰？ その程度なら

オペアンプでもディスクリでも作れるじゃない、と思ったそのアナタ。試しにやってみていい。2072 と同等の性能を出すのは、ものすごく面倒なのかわかるはず。

2072 については書き出すと長くなるので次回あたりに回そう。まずはこの石を使ったアタック抑制回路を、2072 の基本動作を含めて書くことにしたい。

(泣き言:まさかディスコンとは思いませんでしたので、Ver.4 のために 2072 を使ったノイズゲートを 3 種類も作ってしまった。例によって変態動作も可能。キーボックスの簡略版+ α ともいえる。そのノウハウでギター・ベース版のアタック操作機材を作るべく、習作のつもりでこの大正琴用が出来上がったわけです)

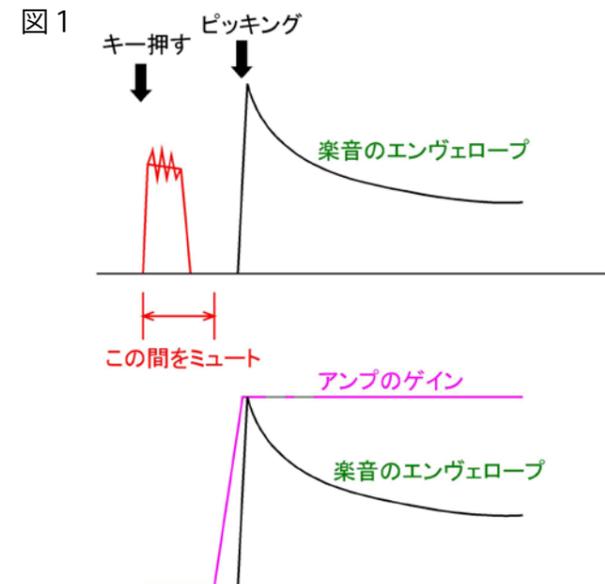
■ 要らない音はミュート ■

アタック抑制 / 操作とは、他に適当な言い方がなかったので勝手にそう呼ぶことにしただけ。Wiki で調べても出てこない。文字通り音の出始めあたりのエンヴェロープを変化させる。そもそもの目的は大正琴のノイズ取り。それに最適化したノイズゲートとってくればありがたい。

大正琴はスズキの「蘭」か「こはく」以外、キーを押下げたときに弦と当たってカチャカチャ音がする。これも楽器特有のサウンドだと解釈



左が 2072D(DIP)
右は 2072M(DMP)
チコイ方はまだ
流通在庫が？

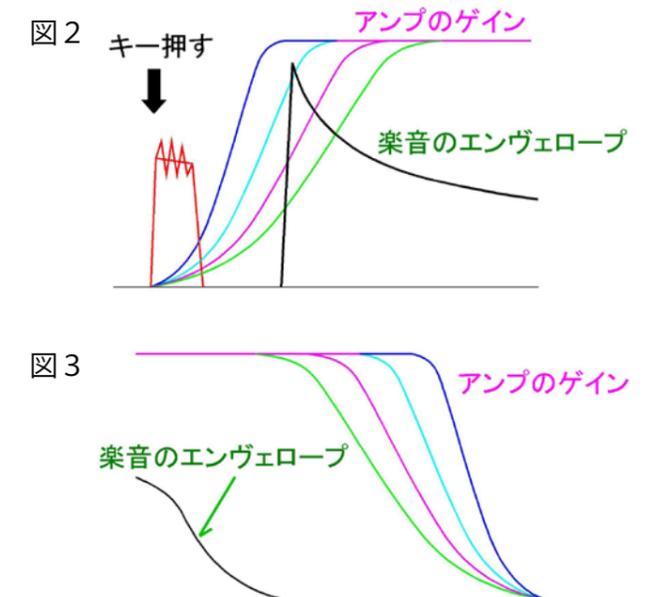


すればいいのだろうが、でもうるさい。こいつをなんとか除去できないか？ AI にノイズ成分を学習させて DSP で処理する……多分千円以下じゃ無理だろう。それにデジタル、触る気になれないし。要はアタックの一瞬だけミュートすればいいのだから、音の立ち上がりを実際に検出できればアナログでもどうにかなるはず。

方法はシンプル。ノイズが出ている間だけミュート（アンプのゲインを小さく）すればいい。そしてノイズが消えた頃合いを見計らってアンプのゲインを正常に戻す。実にアナログでしょ。逆の言い方をすれば、楽音が出ているときだけアンプにゲインを持たせ、それ以外ではミュートする。つまりこれはよく効くノイズゲートでもあるわけ（図1）。

さて、上の段落を違和感なく読んだ人は純粋無垢の善人だ。怪しげな投資話に引っ掛かるかもしれない。ぜひご注意を。というのも、電気の回路が「頃合いを見計らう」など、できるわけがない。できたら怖い。

より本当に近いのが図2。回路はキーが押された瞬間しか検知していない。その瞬間からアンプのゲインをニューッと上げる。そしてピッキングの一瞬後にはゲインが正常になるようなカーブを作っている。ただこれはエフェクタだからゲインの立ち上がりカーブを調節できるようにして、上がり方をゆっくりすれば楽音のアタック部分も切れる設定にした。しかし、



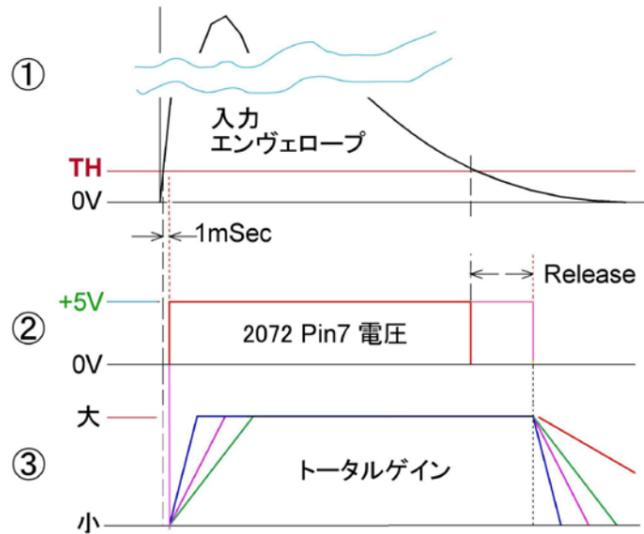
キーを押してからピッキングまでの時間は奏法や奏者のクセによる。ここでは私の弾き方に合わせて、多少早弾き気味に、キー押下げからピッキングまで 20 ~ 60mSec くらいに考えている。この時間を大きく変えたい人はコンデンサ 1 個の変更で可能。自作だから何でもできるのだ。

ついでに音が消えるほう、つまりリリース部分の動作も説明しておこう。エンヴェロープが下がり切り、音が消えた瞬間（後述）を検出して、それから一定時間後にアンプのゲインを下げる。いきなりブツと切るのではなく一定のカーブで減衰させる。これで聴感上、自然な消え方になる。

アンプゲイン下げるカーブは、実はアタック時にゲインを上げるカーブを逆に使っているだけだ。アタックをゆっくりにしたらリリースもゆっくりになる。この狙いは……私が手を抜いたから。というのも、リリースのカーブは、今回に限りほとんど意味を持たない。

ゲイン変化に使う素子はアナログフォトカプラ。Ver.3 でも何台かに応用した。アナログフォトカプラの特性として、オフからオンへの変化は素早い、逆にオンからオフに変化するにはやたらと時間がかかる。電気回路でいくらカーブ設定してもフォトカプラは自分のゆっくりペースでしか動いてくれない。これについても後述しよう。だからリリースカーブは極端な変化でなければ何でもいいということになる。

図7



■ 動作のまとめと補足 ■

どんな回路にしても原理が全部わからなきゃ作れないものではない。まともな製作記事（これも入るかなあ？）があれば、その通りに作れば必ず完動する（はず）。一方、私の立場からすれば、製作するなら、おおまかなアウトラインだけでも知っておいてほしい。そうすれば知識の範囲内でトラブルシュートもできるし自分なりの改造もできる。そんなつもりもあって、動作の再確認。

図7の関係を知っておいてもらいたい。いわゆるタイムチャートだ。

楽器信号は無音時には0V。鳴らせば波形が出てくる。波形の連なりの頂点を結んだ線がエンヴェロープ。知ってますね？ エンヴェロープが設定したTHを越えると、その直後（公称1mSec後）に2072の出力が反転する。7番ピンでは、それまで0Vだったものが+5Vになる。波形編集をしていると1mSecは無視できない「長時間」になるけれど（私の感覚）実際の音楽ではゼロに等しい。

7番ピンがオンした瞬間から図4のコンデンサが充電し始め、同じく図4のB点の電圧が上がり始める。この電圧に従ってLEDは輝度を増し、アンプ（VCA）のゲインは増え始める。上図ではこれをトータルゲインとした。

なお、回路図にあるGATEの赤いLEDは2072の7番ピンがハイ（+5V）になると光る。

つまり信号の通り道が開いたわけだから、これはGATEだ。細かいことを言えば、このLEDをドライブしているトランジスタは5Vではなく9Vで動いている。これは間違いではない。古〜いLEDで明るく光らない場合は、LEDと直列の4k7を小さくすれば簡単に解決できる。電源が5Vだと、もっと小さな抵抗にしなければならず、78L05の出力電流を、たかがインディケータに食わすことになる。

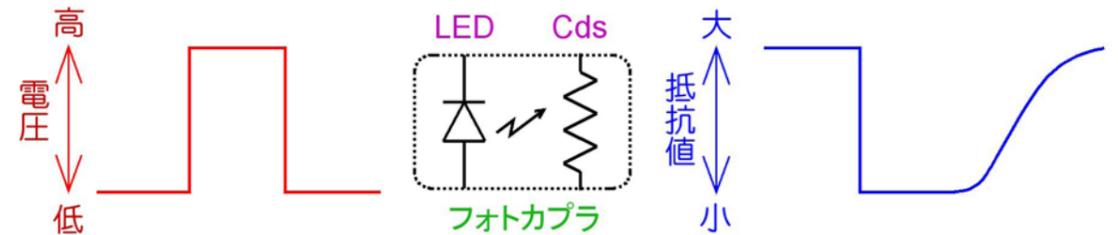
元に戻って、2072の入力がTH以上の間、7番ピンの電圧は+5Vのまま変わらない。そして音が小さくなって（余韻部分など）エンヴェロープがTHを下回ると、一種のタイマーが働き始め、設定した秒数の後に7番ピンは0Vに戻る。図7では「Release」とした部分。

どうしてこんな細工が必要か？ バスガイドさんが使うマイクは、しゃべるときにボタンを押すタイプ。これを自動で、声が入ったときにマイクをオンにするような動作をさせるために2072は作られている。一般にそんな動作をVOXという。両手が離せない状況でも便利だ（運転しながら無線で交信するなど）。しかし、声が消えた途端にアンプや送信がオフになると音がブツ切れる。これは聞き苦しい。古館伊知郎のように息もつかずに一気にしゃべれば別だが、常人の技ではない。そこで声が消えても一定の時間だけマイクをオンのままにする機能が付いている。

これは楽器エフェクタにも有用。たとえばコンパレータ式のファズだと、楽器音が小さくなるといきなり出力音が死ぬ。もし楽器音ももっと小さくなるまでエフェクトをオンにできれば少しは自然の音量変化に近付くだろう。

ただ、今回の回路では、その後段にいやでもリリースを長引かせるフォトカプラのCdsセルがあるため、Releaseを0.1秒に設定してこの機能はほぼ使っていない。だからエンヴェロープがTHを切ったと同時にGATEはオフになり図4のB点の電圧は下がり始める。細かいリリース設定に意味がないのはCdsのせい。

図8

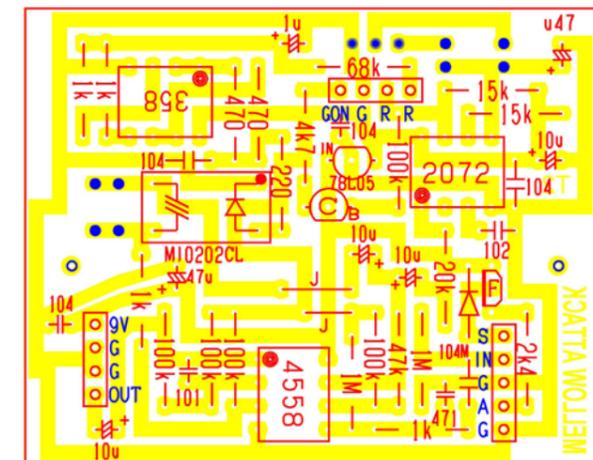
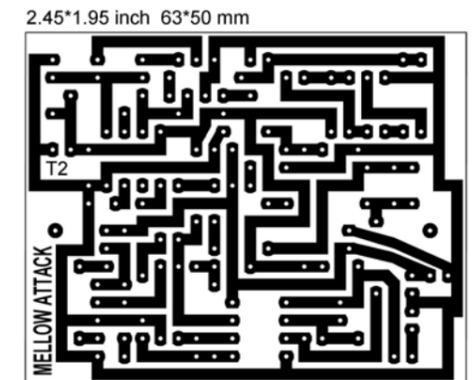


Cdsセルの特性についても書いておこう（予定外けど）。アナログフォトカプラの特徴として、オンは早いがおフは遅い、がある。図8はその様子。LEDにある電圧がかかって（正確には電流が流れて）一定時間光り、バサッと消えたとする。受光側のCdsは光りが当たると抵抗が小さくなる。LEDの光りはじめでは、ほぼ輝度に比例して抵抗値が下がる。この反応は早い。でもLEDが消えたときにCdsの抵抗値が輝度に比例して上がるかという、これがダメ。かなりゆっくりしか変化しない。ゆっくり度はカタログデータで公開されていて、たとえばLEDが最大輝度から暗黒に変化したとき、Cdsの抵抗値が追従するのに5〜6秒はかかる。中にはもっと長い製品もある。回路を設計するときは、この現象も頭に入れておく。Cdsの抵抗値にリニア変化など期待してはいけない。ごくアバウトに扱うしかないのだ。

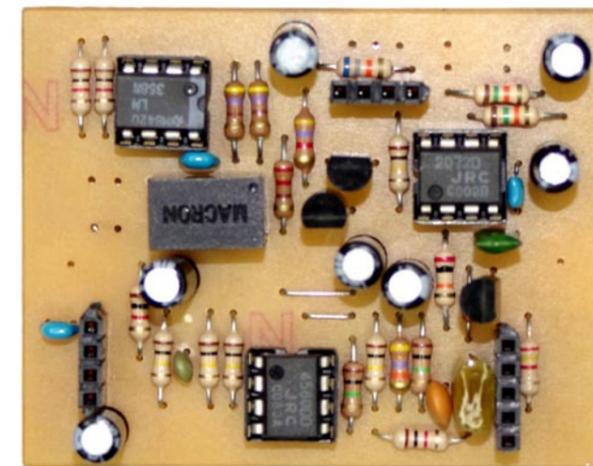
■ 製作 ■

やっと工具に触れる。説明が長かったからといって製作が難しいわけではない。今回は逆だ。記事の初めのほうに書いたように、これは実験用の機材として作った。基本機能を確認するためだけなので、余計なアクセサリは付いていない。その分、回路はシンプルになり作るのも簡単だ。

基板関係の図面は右。基板のサイズは63×50ミリ。使わないパターンと穴があるけれど、大正琴以外のギターなどに転用するためのもの。もちろんこのままでもギターにも使える。ただしフォトカプラの左の穴は大型のフォトカプラを取り付けるためのもので無駄穴ではない。使ったフォトカプラMI0202CLは、メーカーが改心したのか買収されたのかは知らない



フォトカプラの足を間違えないように。LED側のアノードとカソードは何度も確認を。



右上辺りにある穴は無視してね。ギター・ベース仕様にするための回路のものだから。

が、2022年5月現在、LCR-0202 という名前になって秋月で売られている。以前より少し安くなっているから、この際余計に買っておこう。姉妹品？の LCR-0203 というのもあって、無調整で置き換え可能だ。どうして置き換え可能なのかは最後のデータを参照。

下が結線図。読者諸氏がどんなケースを使うかわからないので、ケース内レイアウトを無視して描いた。テストにはこれで充分だろう。

チェックの手順は、いきなり動かしてみる、に近い。電源に 006P 電池(外部電源より安全)をつないでパワーオンにすると、GATE の LED が一瞬光るはず。これで正常。スイッチには小型トグルを使ったが大正琴用だからで、ギターならフット SW (オルタネートの 6P) に変更したほうがいいだろう。SW を切り替えて EFFECT の LED が光るようにしておく。

一応電源電圧をチェックしておこう。4558 の 8 番ピンで +9V、358 の 8 番ピンで +5V なら OK。この状態で IN に楽器をつないで弾くと、音が出ている間だけ GATE の LED が光る。楽器を弾いてもいないのに光りっぱなしの場合は、ノイズが大きすぎるか 4558 の 5-7 番ピンあたりの間違いが疑われる (もちろん他の箇所



かも)。逆に、楽器を弾いても全然光らなければ、4558 周りに加えて 2072 周りも疑うことになる。まあ、ハンダ付けさえ間違いなくしっかりしていれば、まず一発で動く。

■ ケースなど ■

大正琴と並べて置いて、演奏中にオン/オフするつもりはなかったためと試作機でもあるので、ケースはタカチの安い SW-100B プラケースに入れた。2 台目はアルミの TD シリーズにしてフット SW 仕様にするつもり。

アルミケースの場合、図 9 の一箇所が変更になって、IN と OUT ジャックのアース端子をつなぐ結線■が要らなくなる。ケースをアースとして使うからだ。ただ、IN か OUT のどちらかか両方が絶縁タイプなら結線はやはり必要。また、どんな場合でも DC 入力ジャックでマイナスをケースなどのアースに落としてはいけない。電源オンのままになってしまう。図の結線では OUT ジャックにモノラルプラグが差さると電源オンになる。

図ではジャックを「非絶縁の箱型」として描いている。もちろんどんなジャックでも使える。現に私は IN に箱型、OUT に開放型を使った。

基板からの配線引き出しには秋月のピンヘッダ/ソケットが便利。左の写真のように、外付けパーツから配線を伸ばしておいて、基板ソケットにヘッダで差し込む方法だと製作もメン



テもしやすい。

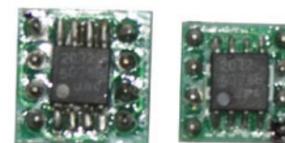
鳴らしてみても結果は？ 電気って、時には理屈どおりに動く、と妙に感心した。アタック時の雑音がフワッと消えるのだ。消え方は ENV の VR でどうにでもなって、純粋にアタックだけ消える設定もできるし、楽器音の出方を緩くする効果も得られる。まだギターではそれほど試奏してはいないけれど、このままでも充分ヘンなエフェクタになりそう。

この結果もひとえに NJM2072のおかげだ。アタックを高速で検出できるからこそ回路の他の部分のごく一般的に設計で済む。ねえ JRC さん、ホントにデヨスコンのままにする？ 欲しい人がまだ沢山いるのに (下のコラム参照)。

★ NJM2072 入手法 ★

非常にヤバいことになってる。この記事を書き始めた 2ヶ月前には、確認しただけでも国内にはまだ 8000 個以上の流通在庫があった。それが今は、ほぼゼロ。DIP は全滅、仮にあっても SOP8 の SMD 豆粒パーツでメチャ高価。

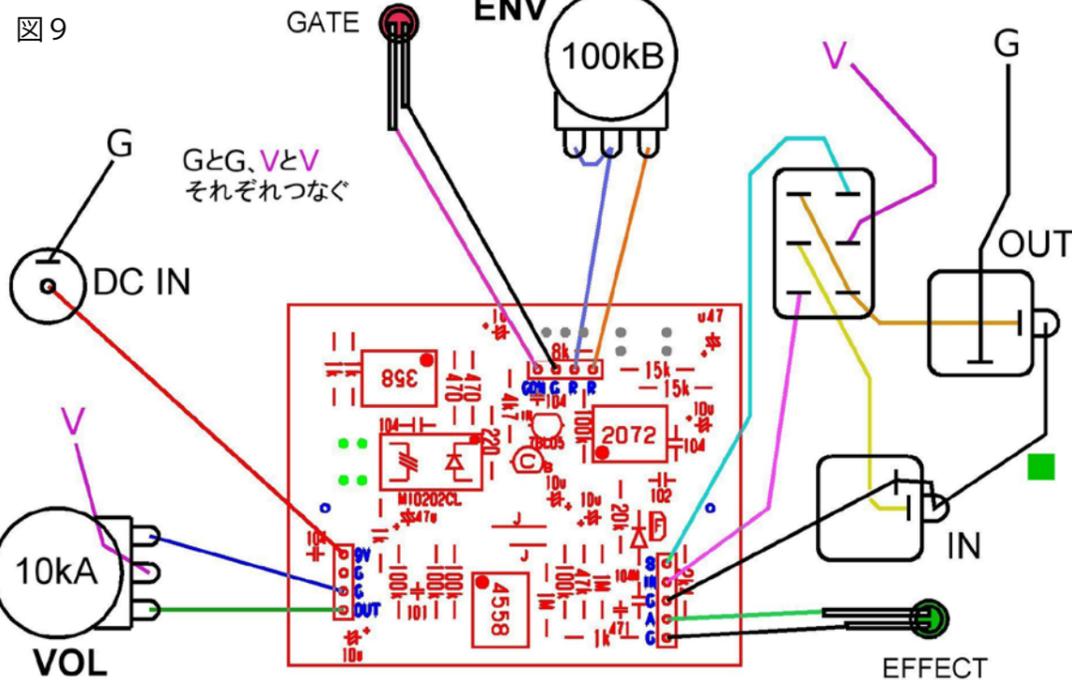
デイスコン前は DIP でも 1 個 100 円(秋月)。SMD ならどこでも 30 ~ 60 円くらいだった。石がなければ製作記事は成立しない。そこで、比較的入手しやすい SOP を DIP に変換する基板を試してみた。1.27mm ピッチなどせせこましいハンダ付けは好きではないが、この際仕方ない。左は共立の基板で 1 枚 30 円。リバーシブルで裏は 0.65mm が付けられる。右は秋月で 9 枚 100 円。少



し小さい、どちらも難易度は同じ。0.6 ミリのハンダとコテ先が 1 ミリ程度のコテがあれば、無呼吸運動でできる。コツは、基板を両面テープで期限切れのカードに固定し、ごく少量の瞬間接着剤で IC を基板の正しい位置に固定してから、ハンダ付けの基本通りにやれば OK。基板には 1 番ピン表示があるが無視してもいい。

しかし、世界中にはまだ流通在庫があるはず。そこで外国の IC 屋を調べたら、昔の値段であるじゃん。ん？ じゃ、AliExpress には？ ありました！扱いは少ないけれど DIP の 2072D も売っていて、送料を入れても 10 個で千円以下。早速 30 個ほどオーダーした。でもなあ、Ali だからなあ。何が来るかわからない。6 月 10 日 (2022 年) には届くというから、中身が確認出来しだい、この欄外に書きます。

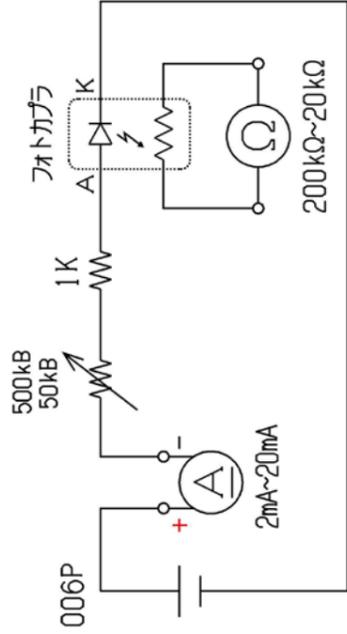
なんと予定より 10 日も早く 5 月 31 日に届いた。DIP の 2072D が 30 個だ。数量も間違っていないしロットも 2 種類だけ (12 個と 18 個)。各ロットから 1 個ずつテストの結果、正常動作を確認。大丈夫みたい。店は Ali 内の shenzhen IC store。もっとも、China なので明日も良品を出すとは限らない。ギャンブルのつもりで 10 個買うのもいい。勝ち目はあるよ。



★フォトカプラの特性★

ヤフオクをみると、ごく普通の浜松ホトニクス製フォトカプラが犯罪のような値段で出ている。しかも落札している人もいる。この際ハッキリ言うっておこう。1個300円以上では買わない！今主に流通している浜松の5221は、昔のMCD-521なら「H」のほうで大電流タイプ。もちろん使えるが、低電圧動作のエフェクタ等には向いていない。向いているのは秋月や共立で売っている安い製品だ。安くても性能面では問題ない。

フォトカプラはLEDに流す電流によって受光側のCdsの抵抗がどう変わるかで使いやすいかどうかが決まる。下に、ウチにある8種類とその特性を一覧表にしてみた。使いやすい電流と抵抗値変化の範囲を紅色にしたが、これは私の主観。最大抵抗値（電流小）から、その百分の一の抵抗値まで変化すれば充分使える。最大の電流は、電池動作なら数mAに抑えたい。ね、5221と537の電流範囲は他の製品の10倍くらいあるでしょ。なおMI0202CLは現在のLCR-0202と同等。



下図の測定は上の回路で行なった。2個のメータはデジタルデスタ。1kの抵抗は絶対に取ってはいけないが大電流時には330Rに変更可。VRには50kΩと500kΩくらいが適している。



HTV P873-G35 2018		VTL5C1-M		MI0202CL		LCR-0203		5221(Yellow)		P873A		P873-25		MCD-537	
(mA)	R	(mA)	R	(mA)	R	(mA)	R	(mA)	R	(mA)	R	(mA)	R	(mA)	R
0.01	1.1M	0.1	1.2M	0.02	180k	0.04	120k	0.18	190k	0.02	95k	0.01	155k	0.4	150k
0.05	110k	0.2	180k	0.05	50k	0.05	93k	0.25	108k	0.03	37k	0.02	136k	0.5	100k
0.1	50k	0.3	60k	0.1	17k	0.1	32k	0.35	67k	0.04	24k	0.03	64k	0.6	70k
0.2	20k	0.5	15k	0.2	6.5k	0.2	12k	0.5	38k	0.05	21k	0.04	41k	0.7	57k
0.3	13k	0.6	10k	0.3	4k	0.3	7.3k	0.6	30k	0.08	13k	0.05	27k	0.8	45k
0.5	8.5k	0.7	7.5k	0.5	2.3k	0.5	4k	0.7	24k	0.1	9.5k	0.07	21k	1	32k
0.6	6.9k	0.8	6.5k	0.6	2k	0.6	3.4k	0.8	19.5k	0.2	5.7k	0.1	14k	1.3	21k
0.7	6.1k	1	4.5k	0.7	1.7k	0.7	2.9k	1	14.4k	0.3	4.2k	0.15	10k	1.5	17k
0.8	5.4k	1.3	3k	0.8	1.5k	0.8	2.5k	1.3	10k	0.4	3.4k	0.2	8k	2	12k
1	4.5k	1.5	2.6k	1	1.2k	1	2k	1.5	8k	0.5	3k	0.25	6.7k	3	7.2k
1.3	3.7k	2	1.9k	1.3	1k	1.3	1.6k	2	5.4k	0.6	2.7k	0.35	5.3k	4	5.2k
1.5	3.5k			1.5	900R	1.5	1.4k	3	3k	0.8	2.2k	0.4	4.7k	5	4.2k
2	2.7k			2	720R	2	1.1k	4	2.2k	1.5	1.6k	0.5	4k	7	3k
3	2.1k					3	800R	5	1.7k	1.8	1.4k	0.7	3.3k	8	2.7k
								6	1.3k	2.5	1.3k	1	2.6k		
								7	1.1k			3	1.5k		

近日大公開 NJM2072 ゲートシリーズ

そんなわけで、NJM2072 ディスコンのため、これ以上公開を遅らせるわけにはいかないゲート類の製作記事をネットで公開します。全機種とも Ver.4 に掲載予定でした。



HEAVEN'S GATE
標準的なゲート。ただし TH レベルを異常に上げられ、Bite 効果も可能。



HEAVEN'S 2nd GATE
外部キー入力に対応。リバースゲートもできる。ほら、少しずつ狂ってきた。



DEVIL'S GATE
さらにキー信号をミックスしての出力にも対応。これはもうゲートではない？

これらに加えて、2072 の中身解説も予定しています。もう急いでも仕方ないけど、なるべく早いうちに……。2072 は手に入れておいてください。

例によって著作権保有を宣言します。著者は私 大塚明です。個人が楽しむためならどのようにでもお使いいだけさせて構いませんが、金儲けに使うなら事前にご一報を。