

サラウンド付加器

NJM2701 Surround Adapter



発表時の基板パターンが間違っていました。ごめんなさい。
2020年5月17日に正しいものと差し替え済みです。

■ サラウンド / アンビエンス ■

こりゃ邪道だよなあ、と思いつつ、バラックで鳴らしたら、不意の位相変化にネコたちは逃げ出し、左右の定位がいきなり拮がった。中央奥にモヤモヤしていた音たちも輝きを増してクッキリと再定位。いやぁ邪道だが面白い。やっぱりサラウンドは楽しいのだ。

オーディオ再生ではソースに無い音が出てきてはいけない、という暗黙の了解がある。サラウンドはソースの要素を変えて再生するのだから、言ってみれば歪やノイズと同じ。四角四面の難しい顔でスピーカの出音を観測吟味する人たちはまったく許されざるものだろう。だからかえて楽しい面もある。

そもそもステレオ再生だって一種のアンビエンスコントロールだ。左右スピーカの真ん中、何も無い所から音が聴こえるのだから。これを拡張していけない理由はない。右スピーカのもっと右から音が聴こえたら、やっぱり不思議で気持ちいい。たしかにある意味邪道だし、私としても常用する気はないけれど、たまにはいいじゃない？ もしかすると喫茶店のBGMなどには向いているかもしれないし。

NJM2701 という石はかなりタチが良く、耳で聞いてわかるような音質劣化は無く、見事に左右の音場を拡張してくれる。石の内部は非公開。外付けフィルタのCが2個あるから、これを変えればカスタマイズできそうだが、等価回路がわからなければヤカンのタコ。まずはアプリケーションノート通りに作ってみた。

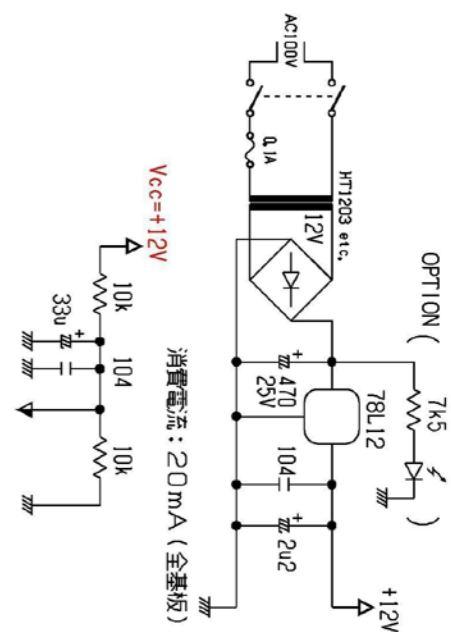
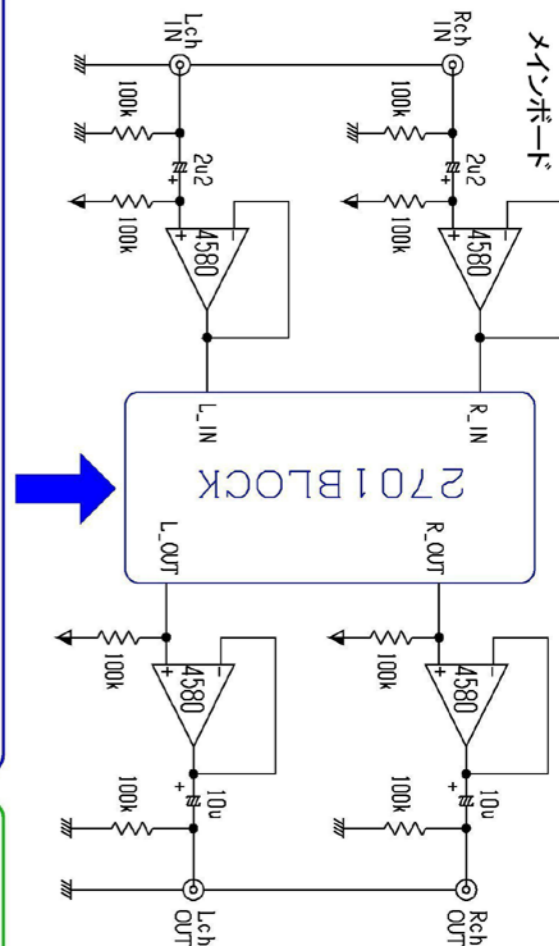
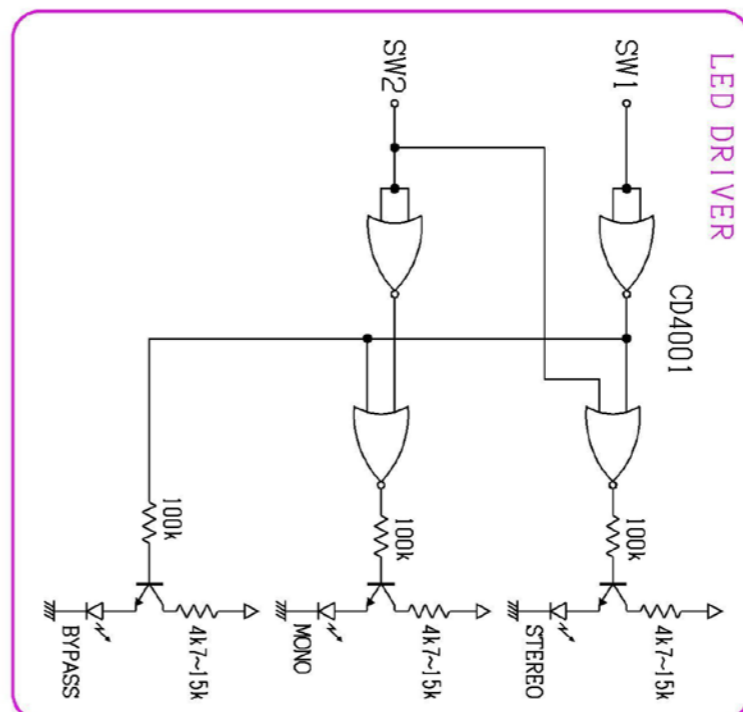
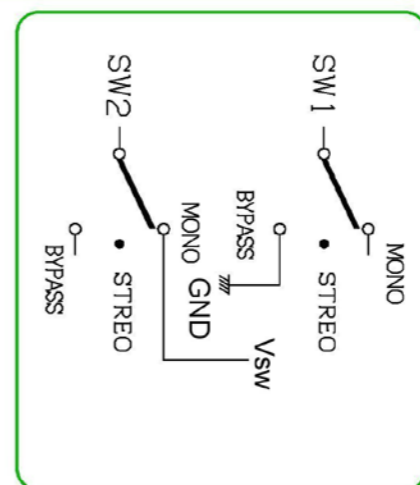
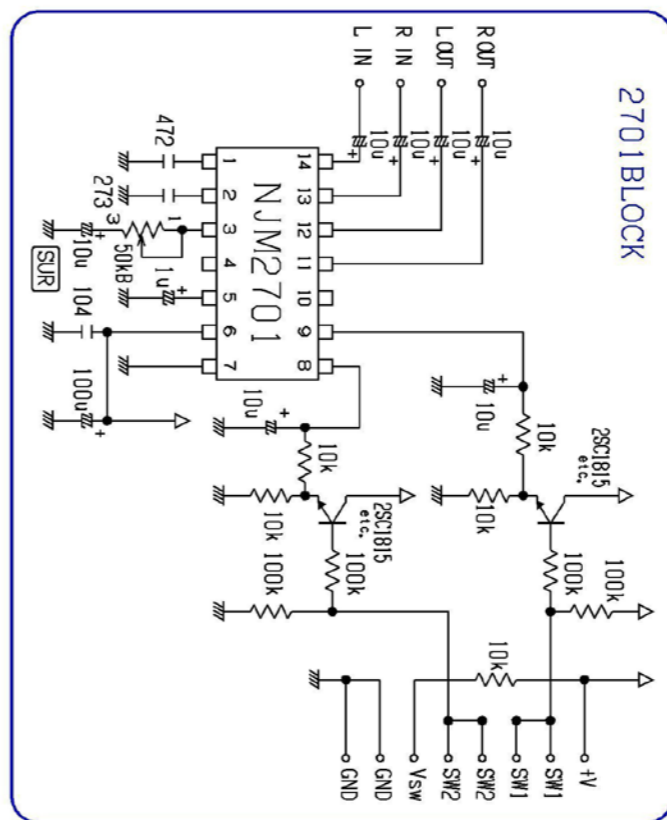
この石、1個だけ昔から持っていた。これまで手をつけなかったのは「どうせラジカセ用でしょ」と決めてかかっていたからだ。間違っていました。今私が聴こえる周波数の範囲(50Hz ~ 12kHz) でなら十分に高品位といえる。誰かにアンビエンス機材を頼まれたらまず第一に使うだろう(安い)。中央付近の表現に少々クセはあるものの悪い感じはしない。同じような効果をオペアンプかディスクリで組めといわれたら、まず1ヶ月はかかる。そんな根気はもはや失せている(でも、やるだろうな)。

■ 回路とパーツ ■

コピーを試みる人は、まず最初に JRC のサイトから NJM2701 のデータを DL してほしい。それを見てもらうのが先決。

基本的な信号処理はメインボードで行なう。とって、特別なことをしているのではなく、JRC のアプリケーション通りの心臓部をオペアンプのバッファで挟んだだけだ。入力インピーダンス(50k)を決めるのと入力保護のために前側のバッファ、出力の負荷特性を強化するために後ろのバッファ。どちらも安全対策だ。

心臓部は右の回路図で「2071BLOCK」の部分。ほぼ JRC のままで、モード SW 部分にトランジスタスイッチを加えている。モードを切り替えるのは中立付き 6p トグル SW (秋月で 100 円)。動作モード表示に LED を光らせたかったので、CMOS ゲート回路を別基板で組んでみた。せめてこのくらいしないとオリジナルの製作記事にはならないからね。



その CMOS ゲートの基板が LED DRIVER の部分。デジタルは嫌いだが、この程度の設計ならちょっとしたパズルで組める。

JRC データに真理値表がある。2701 の 8 と 9 番ピンが、それぞれ H と L になったときの動作モードだ。別の言い方をすれば、2bit で表わせる各状態が、それぞれどのモードに割り当てられているか、ということ（こっちの方が難しい言い方だな）。

BYPASS、STEREO、MONO のどのモードで動いているかを 3 個の LED で表示する。ここには昔懐かし 4000 シリーズの NOR、4001 を使う。秋月で 30 円程度で入手可能。各社製があるがメーカーは不問。

なお、ここには必ず 4000 シリーズを使うこと。同じ機能のデジタル石でも、名前の頭に 74 とか 75 と付いていたらダメだ（74HC など）。動作電圧が極端に制限されていて、今回の +12V では動かない。

どうもね、デジタル屋のやることには腹が立つ。石を最初に選んで、それから回路設計するわけじゃない。メインになる石ならともかく、たかがロジック部分の IC のせいで電源電圧を変えるなんて、あり得ない話だ。ロジック IC は汎用石のはず。電源電圧も汎用になっていなければ不都合極まりない。それもこれも、ふた昔くらい前のロジック IC 規格戦争のとぼっちりで、迷惑するのはいつもユーザー。

4000 シリーズの特徴を簡単に書いておくと、電圧範囲は原則として +3V ~ +15V と広く、アナログ回路にはめ込んで使うのに適している。その代わり他のデジタル石よりスピードが遅くて、扱える最高周波数は低めになる。でもアナログ音響の世界でなら十分に速いから、私には問題にならない。

片や 74・75 シリーズは速度重視で現在でも発展中。電源電圧は「デジタル回路なら決まってるでしょう」とばかりに融通が利かず、最初は 5V 専用で動作範囲も ± 5% だったが、そのうちにシリーズが増えて、今では動作範囲がも

う少し広くなったり、流行の低電圧、3V や 3.3V で動くものもある。まあ、デジタル回路では便利なことは認める。

私がどっちを好きかは言うまでもないだろう。手持ちの 4000 シリーズは型番ごとに分けて電導スポンジに差して保管している。74・75 の方は、死ぬなら死ねで、ごた混ぜでプラケースに入れてある（まず使わないから）。

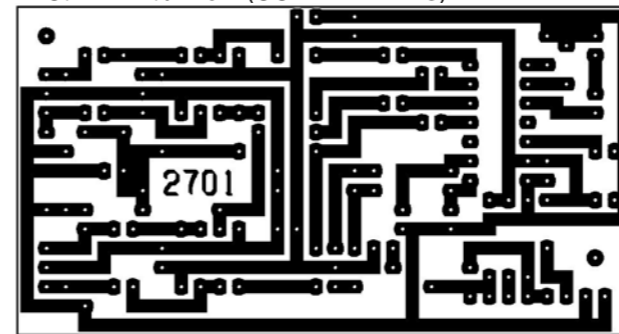
そう、この子達は簡単に死んでくれるのだ。特に 4000 シリーズのように CMOS と名が付く IC は、すべからく静電気に弱い。冬場の乾燥時には素手で触るだけで即死の確率は 20%。化繊のセーターなど着ていようものならまず助からない。加湿器を使う、濡れ雑巾を近くに置く、雨の日にはしか触らない！とか、いろいろ工夫しないとイケない。IC の保管にも注意が必要。電導スポンジに差しておくのが一般的だが、アルミホイルに包んで、大きなスティックみたいにしておいてもいい。なお、発泡スチロールに差しておくのは無意味だ。発泡スチロールをアルミホイルで包んで、そこに差すなら OK。

なんの話だっけ？ そう、回路だ。もし LED なんか付けなくていいのなら 4001 が載っている LED DRIVER 基板は要らない。メインボードと SW 周りだけでも音は出る。SW 周りも、必ずしもこの回路でなければダメ、ではなく、発想を変えてダイオード SW でもいけるだろう。各自、考えていただきたい。

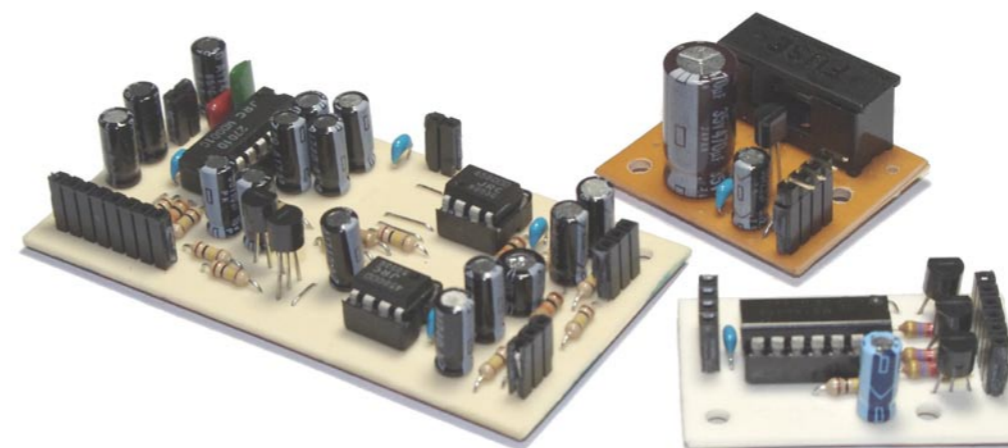
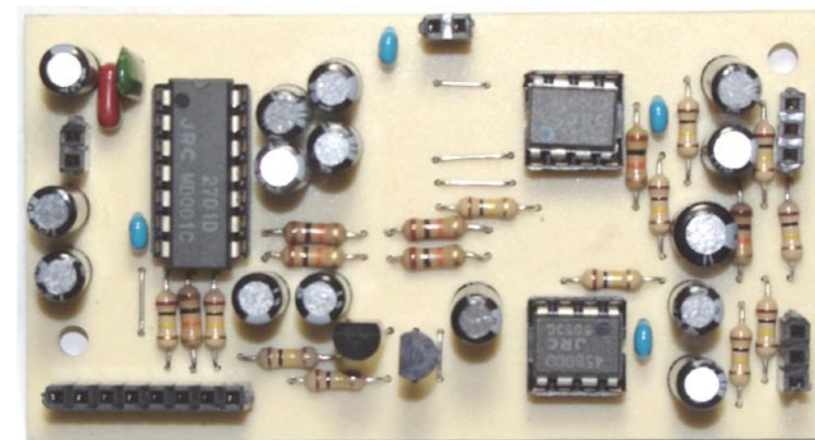
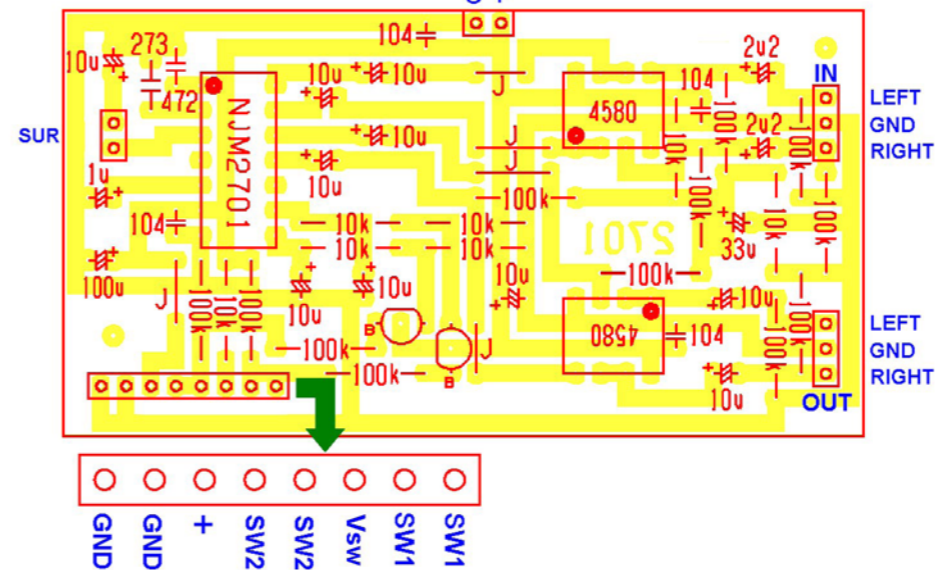
そういえば 2701 の 8、9 番ピンをドライブしているトランジスタも無駄といえば無駄。単に抵抗と SW だけでもモード切り替えはできる。でもまあいいでしょ？ パクれる部分が多いほうが。消費電流は問題ない（20mA 程度）からこのままで行こう。

今回は 12V 動作なので、きちんと電源を組んで AC100V 仕様にした。きれいな +12V が得られれば、どんな電源でもいい（スイッチング電源は不可）。50mA クラスのトランスでも使える。電池の 9V でも動く。でもオーディオ機材だから電池切れは困るよね。だから AC。

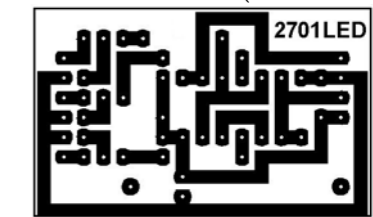
3.2 * 1.7inch (83 * 44mm)



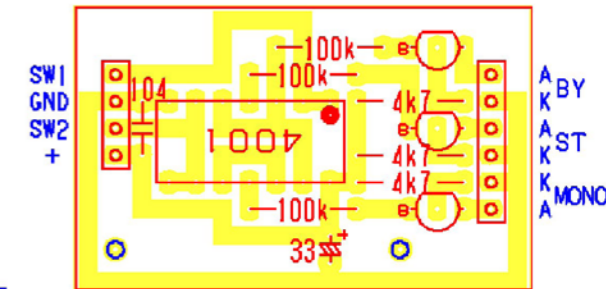
メインボード



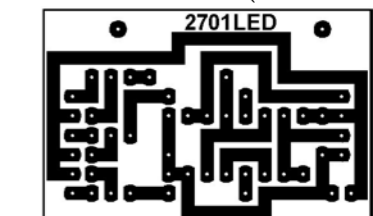
1.75 * 1.1inch (44 * 29mm)



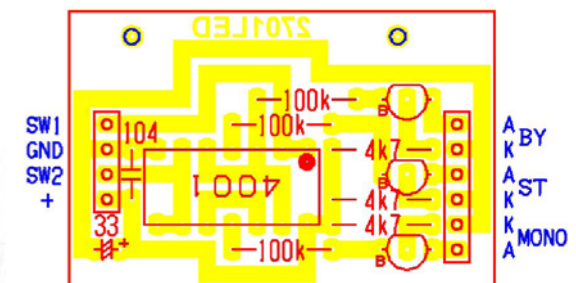
LED ドライバ 1



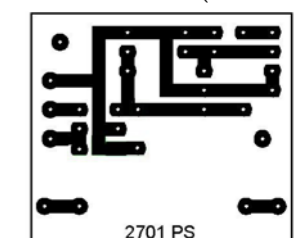
1.75 * 1.1inch (44 * 29mm)



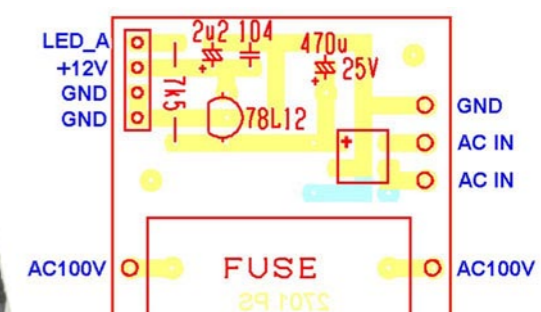
LED ドライバ 2



1.4 * 1.2inch (35 * 31mm)



電源基板



■ 基板と結線 ■

必須の基板は1枚だけ。メインボードだ。操作性や見た目を気にしなければこれだけで動く。ちょっと試したい人は作ってみよう。

すべての入出力（電源基板のAC関係を除く）はピンヘッダ/ピンソケットにした。これ、一度使うとクセになる。なにしろメンテが簡単。ケースから基板を取り出すのに3分とかからない。人間70年もやって、まだ新発見のパーツがあるのはすばらしい。

もちろんピンヘッダを使わずに、従来通りに基板から配線を出してもいい。2.54ミリピッチだけれど、基板パターンを狂いなくしっかり描けば、若くて目のいい諸君なら大丈夫。

オペアンプには4580を使った。4558でも変わらないと思う。音の趣味によってはFET入力072などでも大丈夫。つまり汎用石なら何でも可、ということ。5532やMUSEといった「オーディオ用」石は、入力インピーダンスが低いので使用は考えていない。使ってもいいけど、消費電流が増えるだけで、音はそれほど（まったく）変わらないと思う。

メインボードだけで動かすには、右の結線図で50kBのVRと中立付き6pトグルだけを付け、4001の載ったLEDドライバ基板はつながないままにする。それで入出力ジャックと電源をつなげばOK。まずこのテストをしてから、音に納得したら他の基板を作っても遅くない。バラックで鳴らすとき、すべてのRCAピンジャックのアースは基板アースにつなぐ。

50kBのVRが何をやるものか、気になっている人も多いだろう。私もそうだった。少なくとも音量ではない。この基板の入出力信号ゲインはほぼ0dB、つまり「音量変化無し」だ（ただしオシロで見ると波高値は変わっている）。50kBは、なんとはいか、つまりアンビエンスの深さ調整とでも思えばいい。VRを右に回すほど効果が強くかかる。好みや音楽ソースによって最適なポイントが少々変わるかも。

なお、このVR、ステレオ時にしか効かない

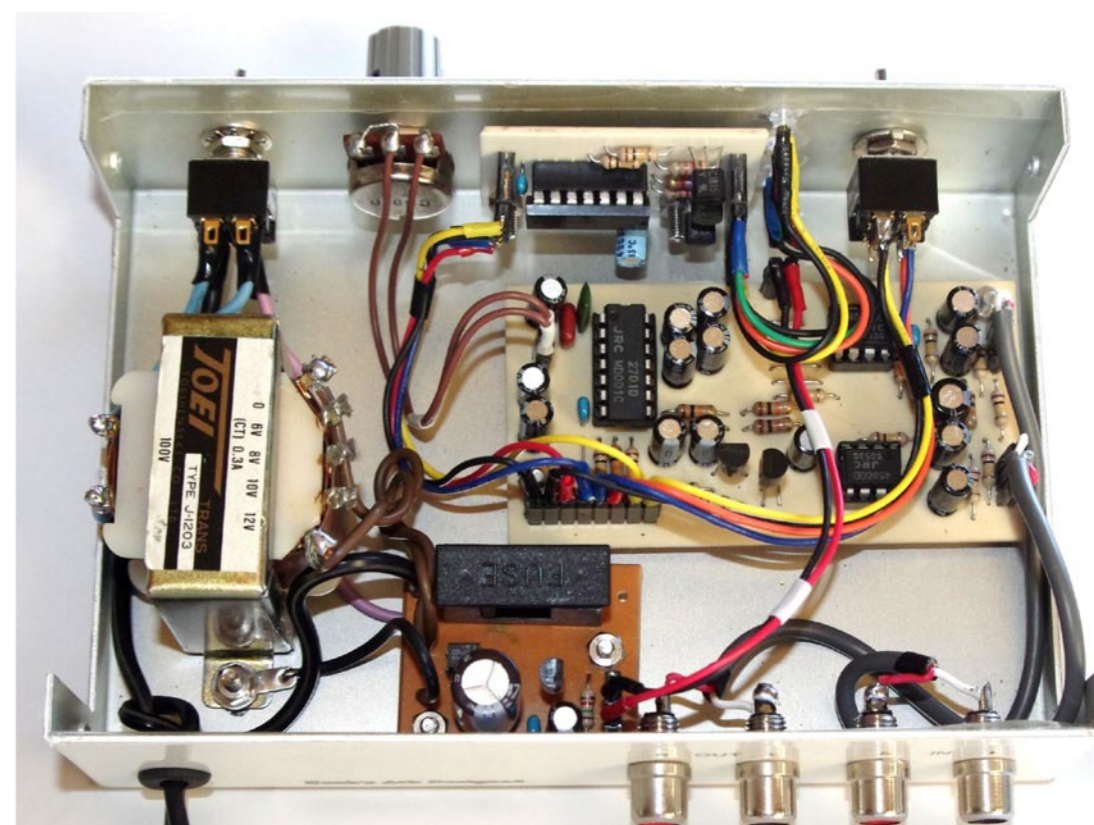
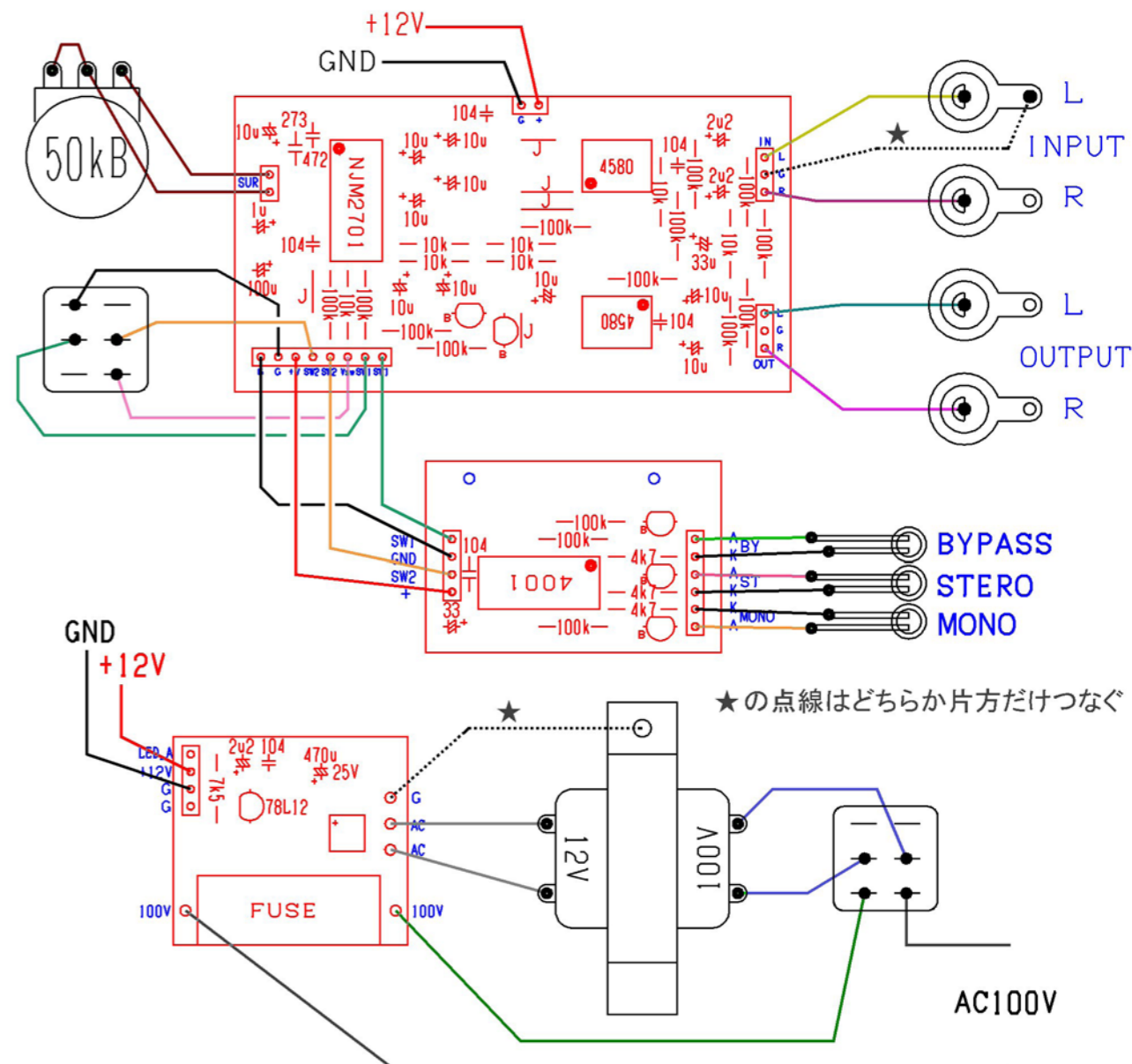
6pトグルのモードは中立位置でステレオになる。片方に倒すとバイパス（エフェクトオフ）、もう片方だとモノラル。モノラル時、入力は左入力だけが生き、擬似ステレオ化されて出てくるのだが、あまり褒められた効果ではない。JRCだってたまには失敗する。擬似ステレオ効果を得たいならBBDでわずかな(2~5mSec程度)遅れを作って、正相・逆相信号を原音に混ぜる方法が、これまでで一番良かった。そんなこともあってか、2701の次のNJM2702という石では擬似ステレオのモードはなくなっている。もし2702を持っていたら差し替え可能。

で、メインボードの音が気に入ったらLEDドライバと電源の基板を作ろう。

LEDドライバに2種類の基板パターンを用意したのは、取り付け穴位置の都合の良い方で作って、ということ。右下の写真のように私は1番で作ってしまった。そうしたらビス穴がケース底面に近く、しかもパーツの裏側になって、ナットを止めるのに一苦労。2番で作ればよかったのだ。みなさんは取り付け位置(LEDに行くコネクタがLEDの方を向く)を考えて、どちらで作れば賢いか決めてほしい。もっともこれはケースにYM-150を使う前提での話。ケースや全体の配置が変わればまったく別だ。

LEDドライバ基板で注意してほしいのは、3個のLEDに行くピンコネクタの順番。MONOだけ順番が逆になっている。パターンの都合でこうなってしまった。ちょっと気持ち悪い。

電源基板にはホルダに入れたフェーズも載せた。トランスが大きいために、リアパネルにフェーズ取り付けのスペースがなさそうだったからだ。しかしこんな細工は必須ではない。というか、+12V 30mA程度が安定して得られるなら、この基板ではなく、どんな電源でもいい。だから今回の電源基板は参考程度に。この基板には普通のDIPタイプのダイオードブリッジと、もっと小さいブリッジも取り付けられる。どちらの場合でも穴が余るので注意。



■ 結線とケース ■

前ページの結線図でテスト結線と実装がわかるはず。思い切りオバカな配線をしなければ発振もしないしノイズも食わない。配線材はすべてビニール被覆線。入出力の線材だけはシールド線にしたけれど、まあ気休め。シールド線のアースは基板側で取って RCA ジャック側は付けない。どうしてもつなぎたければ、結線図で示したように RCA のアース端子に一箇所だけつなぐ。そのときには電源基板のアースをどこにも落としてはいけない。逆に RCA 側でアースを取らないなら、電源基板のアースはトランスの取り付けネジにタマゴラグで落とす。つまり「ケースへのアースは一箇所でしか取らない」ようにする。アースループができるのを防ぐためだ。もっとも、こんな小さな機材なら、何箇所でもアースに落としても問題にならないことがほとんどだけれど、常日頃から気にしていないと大きな機材のときに実行できない。アースループってどんなものかって？ いずれ皆さん、身をもって知るでしょう、うふふ楽しみ。

前述したようにケースはタカチの YM-150。電源関係を追い出して、+12V を外部から供給するなら YM-130 にも余裕で入る。でも一応オーディオ機器でしょ。だからひとつにまとめたわけ。次に同じものを作るなら、トランスは HP-068 で、中点を使わずに 12V80mA として使って、フェーズも一緒に電源基板に載せてしまう。高ささえ OK なら YM-130 に入るかも。

■ サラウンド ■

当然ながら、この機材はライン専用。それも民生機レベルだから、あまり大信号は扱えない（入力にパッドをかませば OK だが）。ということは、通常は CD プレーヤの出力とアンプの入力の間に入れる。間違ってもパワーアンプとスピーカの間はだめだ……と書くのは、こういった常識以前の知識を教えてください。専門学校も含めてほとんどないから。

最初に書いたように NJM2701 で得られる効果は(MONOを除いて)充分に有用。ヘッドフォンでもスピーカでも、ほぼ同じ感じで使える。当然ヘッドフォンの方が音源と耳道・鼓膜の位置関係が一定のために効果は強くなる。強すぎたらパネルの VR で調整すればいい。左右の定位が広がるだけでなく、各楽器の場所がクッキリわかるようになる。原音再生などと難しいことを考えなければ、とても美しく楽しいサウンドだ（個人の意見です、以下同様）。

スピーカの場合でも、リスニング位置が極端に左右に寄っていなければ音場拡大効果は如実に現れる。定位についてはヘッドフォンと同じで、特に中央付近の音が明確になり再定位する。

アプリケーションノートでも謳っているように、BYPASS 時と STEREO 時の音量差はとても少ない、というか、トータルの音量は全然変わらないように感じる（オシロで見れば違うのに）。そして BYPASS 時の音質は、いわゆるトゥルーバイパスしたときの音質と区別が付かない（オペアンプに 4580 を使ったとき）。厳密に聴けば違うのだろうが、神経質にならなければ常時つなぎっ放しでも問題ないだろう。ミニコンポやカーステレオなら、つなぎっ放しの STEREO モードにしっ放しで構わないと思う。

その他、たとえば PC のスピーカなど、それほどハイファイ（忠実再生）性を求めない用途に適していそう。喫茶店の BGM、エレベータ内など、気持ち良ければいいシステムに応用したい。

世の中にはもっと高性能というかアツと驚くアンビエンスシステムはゴマンとあって、それらはものすごく面倒な音源操作をしているはず。かなり高価で私たちの手に届きっこない。その点、牛丼一杯より安い NJM2701 は値段以上の価値がある。作って遊んでも損はしない。

なお、ルディ・ヴァン・ゲルダーのブルーノート音源リミックス (RVG エディション) は、どことなく 2701 の効果に似ているような気がする。気のせい？

■ アンビエンス ■

人間の聴覚についての研究は、びっくりするほど進んでいない。理由はふたつある。まず儲からないことだ。軍事技術に転用できるわけでもなし、iPod の音が上下左右あちこちから聞こえるようになってアップルの業績が鰻登りになるわけでもない。だから企業から補助金は出さず、研究する人も少ない。

もうひとつは、かなり広い科学分野にまたがっていることだろう。耳の構造などの解剖学的な側面、鼓膜の振動を神経に伝えるメカニズムといった神経学的な側面はまずまず解明されているが、たとえば外耳道の個人差と f 特の差異など、ほぼ放り出されたままだ。たった直径 10 ミリ程度の鼓膜（ダイアフラム）で 20Hz ~ 20kHz まで集音する人間の耳。応用すれば画期的なマイクも作れるだろうに、研究者が少ないのはもったいない話だと思う。

ほぼわかっていない一例として、音源の上下位置の情報がある。人間は「右上の方から聴こえる」などと認識でき、特に上を向かなくてもわかる。それでは音を上方 45 度に定位させるにはどうしたらいいか？ 実はまったくわからないのだ。わずかに NHK 技研で研究していた記憶があるけれど、その後どうなったのだろう。

さらに、両耳を結んだ線より後方に音源がある場合、どうやったらしっかり定位させられるか？ BS4K のようなサラウンドでは、まさに力ワザでリスナー後方にスピーカを設置して鳴らす。これなら後ろから聴こえて当たり前だ。そうではなく、通常のヘッドフォンや 2ch のステレオで音を後方に定位させる方法は？

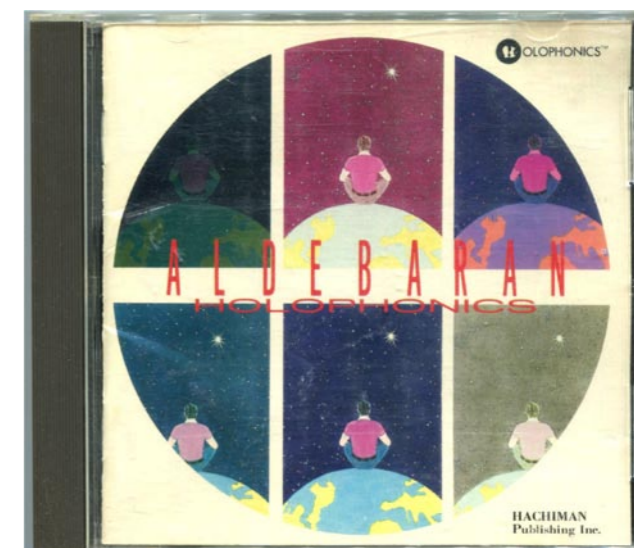
いろいろな人や研究機関が、この後方定位を追求し、いくつかの成果を出している。成果で共通するのは「真後ろには定位できない」こと。左右の斜後ろなら可能、ということだ。ほとんど全部がヘッドフォン再生に限定されるが、私自身は 2 個のスピーカでの再生を体験している。信じられないほどリアルだった。近付い

てきたハイヒールの足音が目の前で止まると、私の 50 センチくらい前でグラスに氷とウイスキーを注ぎ、グラスが持ち上がる気配。そして右耳の後ろで女性のセクシーな声が、微かな吐息とともに「お飲みになる？」と囁く。……もうたまらんでしょう。オーディオ版 VR だった。

この実験は松下の音響研究所でのこと。リスニングポイントが決められているとはいえ、前方 2 個のスピーカで、音は見事に耳の後ろに定位した。どうやったのか尋ねたけれど企業秘密。当然だろうな。

松下さんは再生方法を工夫して後方定位を得ていた。これとは別に、後方定位するように音源自体に何らかの細工を施したのものもある。下のアルデバランが最も良くできていると思う。ヘッドフォン再生専用だが、思わず振り返ってしまうこと必至。かなり以前、20 人ほどの学生をモルモットにして聴かせたところ、もれなく全員が振り返った（床屋のシーン）。たった 1 秒くらいの驚きだがお金を出してでも試す価値はある（きわめて個人の感想です）。

こうした技術が更に進めば、真後ろにスピーカを置くなどという無粋なシステムはなくなるだろう。そもそも人間の周りに 20 個もスピーカを並べて、格好悪いと思わない方がおかしい。究極はスピーカ 1 個での完全な音場空間構築。ステレオだからスピーカ 2 個、という常識は、早いところ過去のものにしたい。そうすればアンプ製作も少しは安上がりになる。



記事の著作権は大塚明に帰属します。無断での商用利用はお断りします。個人利用は 100% OK です。