

# White Paper No.6

## 電圧・電流の拡張（直列・並列運転）

### 1 マルチアンプシステム

A1110-X-X 製品群において、より高い電圧と電流を出力するため、マルチアンプシステムを構築することが可能です。いくつかの適切なアンプを直列もしくは並列に接続することにより、電力を上げることができます。

Models	パラレル	シリアル	最高電圧	最大電流	スルーレート	最大パルス電流*
A1110-5-X	2		75 V <sub>peak</sub>	21 A <sub>peak</sub>	100V/μs	
A1110-5-X	3		75 V <sub>peak</sub>	30 A <sub>peak</sub>	100V/μs	
A1110-5-X	4		75 V <sub>peak</sub>	40 A <sub>peak</sub>	100V/μs	
A1110-5-X		2 <sup>1</sup>	150 V <sub>peak</sub>	10 A <sub>peak</sub>	175V/μs	
A1110-5-X		2	150 V <sub>peak</sub>	10 A <sub>peak</sub>	175V/μs	
A1110-5-X		3	225 V <sub>peak</sub>	10 A <sub>peak</sub>	250V/μs	
A1110-5-X	2	2	150 V <sub>peak</sub>	21 A <sub>peak</sub>	175V/μs	
A1110-16-X	2		75 V <sub>peak</sub>	55 A <sub>peak</sub>	100V/μs	105 A <sub>peak</sub>
A1110-16-X	3		75 V <sub>peak</sub>	81 A <sub>peak</sub>	100V/μs	160 A <sub>peak</sub>
A1110-16-X	4		75 V <sub>peak</sub>	105 A <sub>peak</sub>	100V/μs	200 A <sub>peak</sub>
A1110-16-X		2 <sup>1</sup>	150 V <sub>peak</sub>	26 A <sub>peak</sub>	175V/μs	55 A <sub>peak</sub>
A1110-16-X		2	150 V <sub>peak</sub>	26 A <sub>peak</sub>	175V/μs	55 A <sub>peak</sub>
A1110-16-X		3	225 V <sub>peak</sub>	26 A <sub>peak</sub>	250V/μs	55 A <sub>peak</sub>
A1110-16-X	2	2	150 V <sub>peak</sub>	55 A <sub>peak</sub>	175V/μs	105 A <sub>peak</sub>

表 1 : A1110-X-X アンプの組み合わせ

(2<sup>1</sup> : 差動アンプの構成 ; パルス = 500ms / デューティ比 = 5%, 16-E と 16-QE モデルのみ)

表 1 は、確認済みの各製品の組合せと、各組合せによって得られる最大出力電圧と最大出力電流を示しています。表に記載されていない組合せについては、弊社までご確認ください。

安全動作のため、以下の点についてご注意ください：

- ・ 必ず同じ製品をご使用ください。
- ・ 安定した信号処理のため、配線方法とケーブルの仕様に注意してください。
- ・ 安定した電源をご使用ください。
- ・ 出力端子の誤接触に注意してください、生命の危険にかかわる電圧が発生する場合があります。

以下の章では、アンプシステムが”電圧アンプ”モードで動作している場合の、構造的原理と必要な調整方法について説明します。一般的には、マルチアンプシステムは”電流アンプ”モードでも動作可能です。しかしながら、これには、ご使用になるアプリケーションに応じてセッティングする必要があるため、以下の説明は適用されません。

目的のアプリケーションに応じたマルチアンプシステムの構成については、お気軽にご相談ください。

## 2 電流の増加：並列動作

図1の電池のように、2つの同じ仕様の電圧源を並列接続することにより、供給可能な電流を2倍にすることができます。最大の供給可能な出力電圧は、個々の電圧源によって決まります。

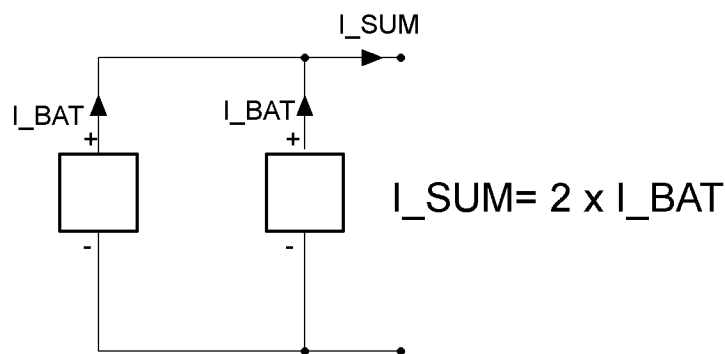


図1：電池の並列接続

この図のように、A1110-X-Xを並列接続することにより、出力電流を増加することができます。

以下で、この組み合わせを構成するための必要な手順を、図2の『2台のアンプによる並列動作システム』の例を用いて説明します。

並列に接続した2台の同じ型式のアンプは、器差による出力電圧の差が多少あり、高い電圧のアンプは、低い電圧のアンプより多くの電流が流れてしまいます。器差による出力電圧の差は、出力に接続したバラスト抵抗により減少され、「均等」な電流配分を可能にします。さらに、アンプのパラメータの一つであるDCオフセットとゲインについて慎重に確認し、調整する必要があります（それぞれのアンプの校正については、ご要望に応じて対応いたします）。

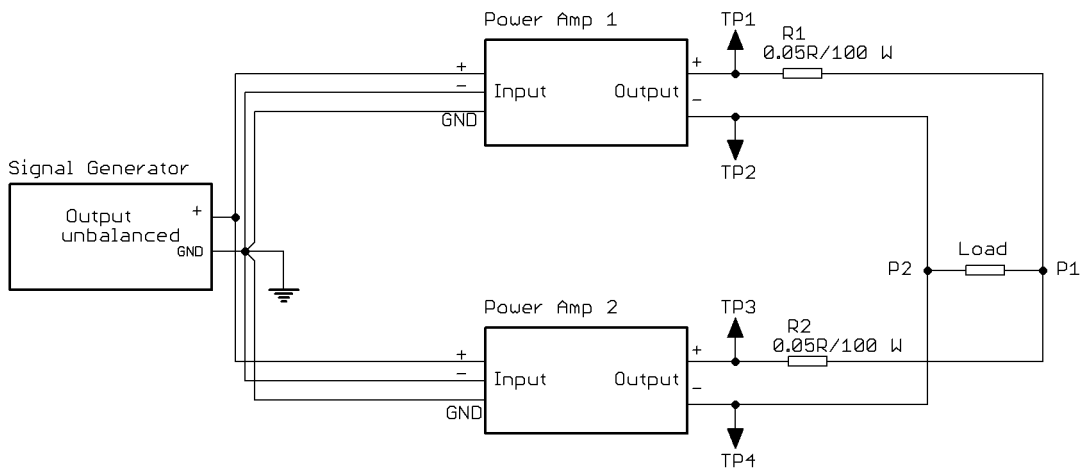


図 2：2 台のアンプによる並列動作システム

図 2 は、2 台のアンプによる並列動作システムの構成を示しています。以下に、システムを安定して動作させる為に必要な調整方法について説明します。

- A) アンプを主電源に接続してください。：  
ただし、信号入力もアンプの出力もさせないでください。
- B) DC オフセットを確認してください：  
アンプの電源を入れ、15 分間ウォームアップさせてマルチメータを使って、アンプの出力ポイント TP1-TP2 間と TP3-TP4 間の DC オフセット電圧を計測してください。オフセット電圧は 1mV 未満でなければなりません。そうでなければ校正が必要です。
- C) ゲインの確認をしてください：  
アンプの出力をオフし；図 2 のように両方のアンプ入力にシグナルジェネレータを接続し、DC 信号の振幅を  $1V_{DC}$  に設定後、アンプの出力をオンしてマルチメータでアンプの出力ポイント TP1-TP2 間と TP3-TP4 間がそれぞれ  $10V_{DC}$  であるか計測してください。偏差が  $\pm 1mV$  以上ある場合、校正が必要です。
- D) 電流分布を確認してください：  
アンプの出力をオフし；バラスト抵抗 R1 と R2 をアンプに接続して、図 2 に従って負荷を接続してください（出力電流に応じた断面積のケーブルを選択し、なるべく短く同じ長さのケーブルで配線してください）。  
ポイント TP1 と TP3 にマルチメータを接続してください。アンプの出力をオンし、シグナルジェネレータで DC 信号の振幅を 0V から用途に応じた最大値まで徐々に上げてください。この間、デジタルマルチメータで電圧を観測してください。DC オフセットとゲインが正しく調整されていれば、電圧は  $100mV$  を超えないはずで、そうでなければ手順 B) と C) を再度実行するか、アンプの校正を行ってください。

手順 A から D を確認して問題なければ、2 台のアンプによる並列動作システムは使用可能です。

### 3 電圧の増加：直列動作

並列接続と同様に、2台の同じ型式のアンプを直列に接続します。図3を参照してください。電圧は2倍になり、供給可能な電流は各々の電圧源によって決まります。

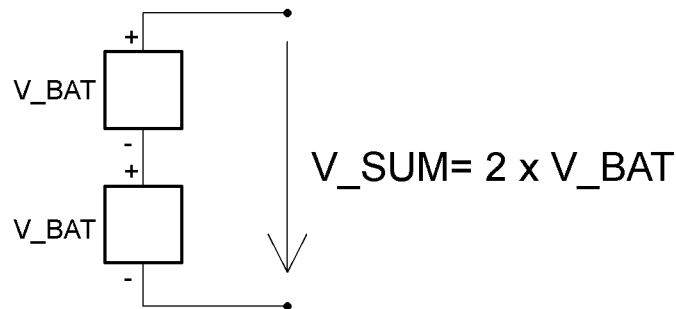


図3：電池の直列接続

2つのアンプを使った直列接続方法について、2種類の動作モードについて説明します。

#### 3.1 直列接続（差動モード）

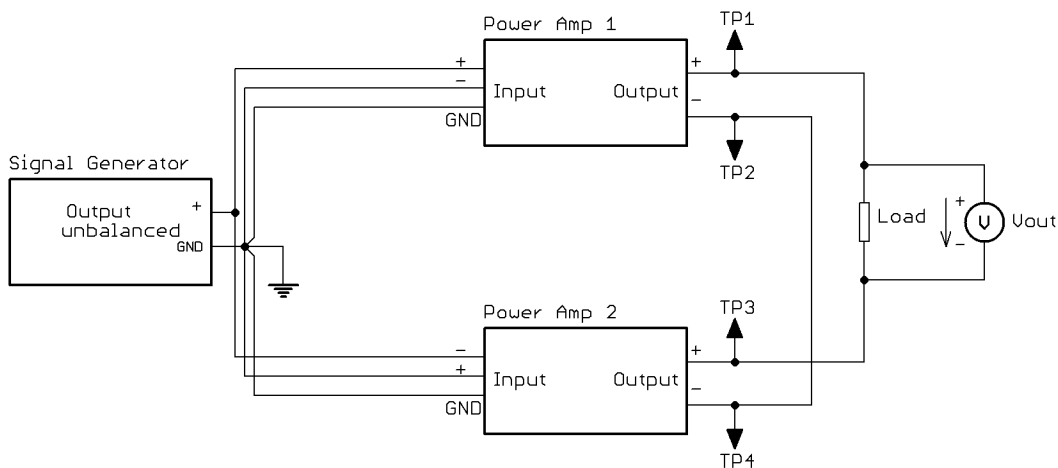


図4：直列接続（差動モード）

図4は2台のアンプを”差動”モードで直列接続した状態を示しています。これは”ブリッジモード”とも呼ばれます。負荷はグランドに接続されておらず、2台のアンプの(+)出力間に接続され、”フローティング”の状態になっています。この接続方法はA1110シリーズを用いて、安全に動作させるために追加のアクセサリ等を必要とせず、容易に実現することができます。

安定した動作のために、各アンプのゲインとDCオフセットを確認してください：

- A) アンプを主電源に接続してください；  
ただし、信号入力もアンプの出力もさせないでください。
- B) DCオフセットを確認してください；  
アンプの電源を入れた後15分間ウォームアップさせます。マルチメータで、アンプの出

カポイント TP1-TP2 間と TP3-TP4 間の DC オフセット電圧を計測してください。オフセット電圧は 1mV 未満でなければなりません。そうでなければ校正が必要です。

C) ゲインの確認をしてください：

アンプの出力をオフし、両方のアンプ入力にシグナルジェネレータを接続してください。DC 信号の振幅を  $1V_{DC}$  に設定しアンプの出力をオンにしてください。マルチメータを使って、アンプの出力ポイント TP1-TP2 間と TP3-TP4 間がそれぞれ  $10V_{DC}$  であるか計測してください。偏差が  $\pm 10mV$  以上ある場合、校正が必要です。

### 3.2 直列接続（シングルエンドモード）

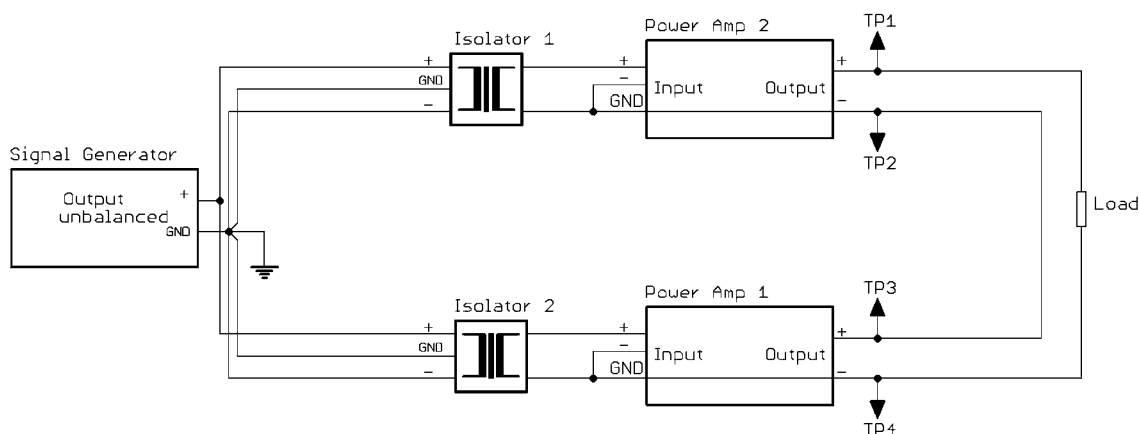


図 5：直列接続（シングルエンドモード）

図 5 は 2 台のアンプを”シングルエンド”モードで直列接続した状態を示しています。ここでは、負荷はアンプ 1 の(-)出力に接続されており、このため、出力電圧は”グランド基準”になっています。アンプ 2 の(-)出力、つまりアンプ 2 のグランドがアンプ 1 の(+ )出力に接続されていることから、異なるシグナルグランドまたは基準電位は、絶縁アンプ (Isolator) を使って絶縁されていなければなりません。これは他の全ての出力に対しても言えることです。



**電圧/電流モニタ出力・LAN・USB 等全ての入出力端子はフローティング状態になっており、絶縁アンプ (Isolator) 等を使用せずにパソコン・オシロスコープ等と直接接続できません。**

この動作モードでは、負荷は”フローティング”ではありませんが、アンプ 2 は”フローティング”状態です。関係する全てのアンプに同一の動作をさせるため、アンプ 1 も絶縁アンプとしなければなりません。

2 台以上のアンプを使用し直列・並列接続する場合は、”シングルエンド”で構成する必要があります。

シングルエンドモードで接続後、使用前に、3.1 章で説明したゲインと DC オフセットの調整を完了させておく必要があります。

#### 4 電流と電圧の増加：並列・直列動作

図6に示すように、4つの同じ電圧源を並列・直列に接続することによって、出力電流と出力電圧をそれぞれ倍にすることができます。

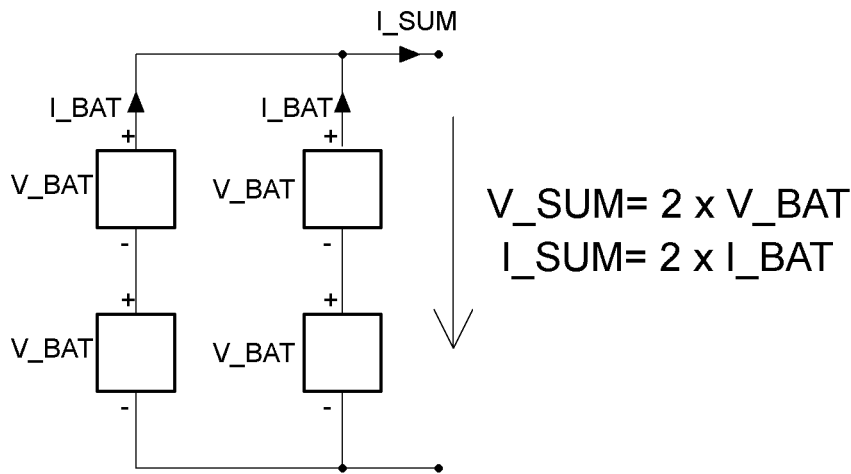


図6：並列・直列動作

図7は、4台のアンプと4台の絶縁アンプを使った、並列と直列の組合せのシステムを示しています。

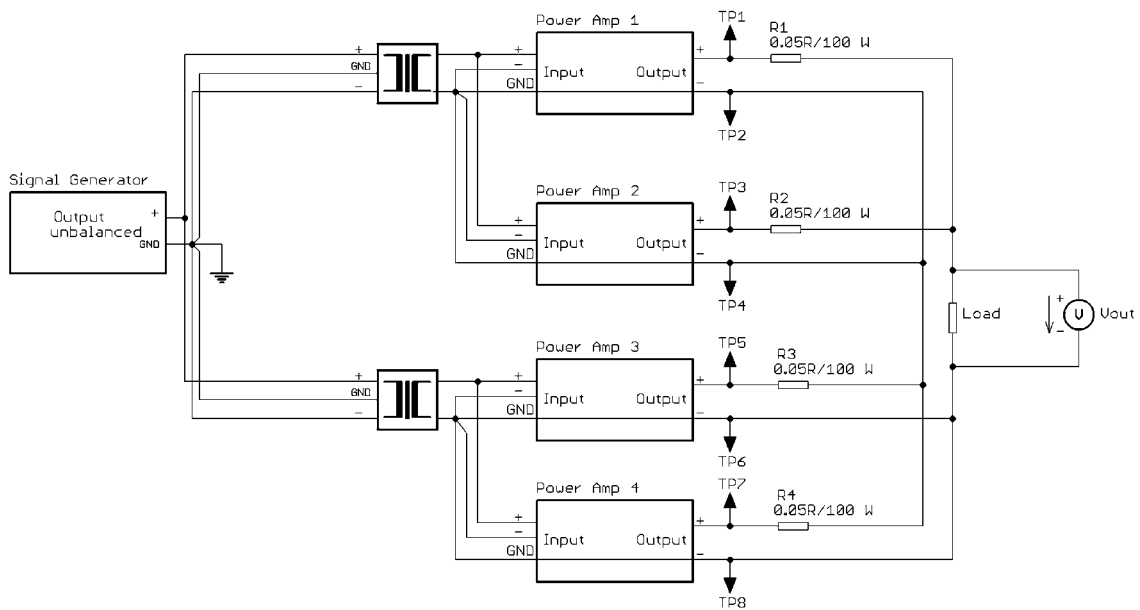


図7：並列・直列動作

DC オフセットとゲインの値は、第2章と3.2章で説明した通り、安定動作のために重要な事項であり、全てのアンプに対して確認されていなければなりません。必ず、十分に注意しながら配線し、低い信号レベル（例えば 100mV/1kHz）から試験を行ってください。目視による出力電圧の確認により、出力信号の予期せぬ発振の兆候に気づくことができます。

## 5 ケーブル等について

### 5.1 出力側の配線

マルチアンプシステムを安定して動作させるためには、適切なケーブルを選択することが重要です。使用されるケーブルの仕様は、予測される出力電流と電圧に対して、断面積、長さ、絶縁性能において、全て適合していなければなりません。

直流電流	断面積	AWG
21A	1.5mm <sup>2</sup>	16
29A	2.5mm <sup>2</sup>	14
38A	4.0mm <sup>2</sup>	12
49A	6.0mm <sup>2</sup>	10
67A	10.0mm <sup>2</sup>	8
90A	16.0mm <sup>2</sup>	6
119A	25.0mm <sup>2</sup>	3

表 2：銅線の電流容量（25℃）

表 2 に、PVC 絶縁を備えた、2 線式の露出線（壁/天井またはケーブルトレイに配線されている等）の最大許容電流とケーブル断面積の関係を示します。単線ケーブルを使用する場合は、できればツイスト（ねじる）する必要があります（誘導性の最小化）。

全てのケースにおいて、ケーブルはできる限り短くし、同じ長さにしなければなりません。用途に応じたケーブルの選択や適切な配線はマルチアンプ並列システムにとって、重要な事項となります（図 2：P1 または P2 から負荷へのラインを参照）。

## 5.2 入力側の配線

信号入力の配線は、低容量（60pF/m 未満）のシールドケーブルを選択してください。全ての A1110-X-X シリーズは外部からの干渉を最小限に抑える平衡入力を標準装備しています。

（White Paper No.4：バランス入力とは？を参照）。

## 5.3 アクセサリ


### 入力に関するオプション

“シングルエンド” のアンプシステムを構築するうえで、絶縁アンプ（Isolator）が必要となります。下記の製品やオプションで絶縁アンプ（Isolator）を提供しています。

- ・ A1340-C1；1 チャンネルの絶縁アンプ
- ・ オプション-05；1 チャンネルの絶縁アンプ、A1110-X-X 製品群に内蔵可能

### 出力に関するオプション

- ・ A1110-16-PX；並列アンプシステム用の接続ボックス（接続ケーブルとバラスト抵抗を含む）
- ・ A1110-40-PX；並列アンプシステム用の接続ボックス（接続ケーブルとバラスト抵抗を含む）

 <b>注意</b> 正しくお使いいただくため、ご使用前に必ず「取扱説明書」の中の「安全上のご注意」をよくお読みください。 <small>（水、湿気、湯気、ほこり、油煙等の多い場所）に設置しないでください。（火災、感電、故障）などの原因となることがあります。</small>	
<b>お願い：</b> 本カタログの最新情報は、当社のホームページでご確認いただくようお願い申し上げます。	
<b>お客様フリーダイヤル</b> 受付時間 土日祝日を除く営業日の9:00～12:00/13:00～17:00	
技術的なお問い合わせ	<b>0120-102-389</b> E-mail : info-tme@iwatsu.co.jp
修理・校正に関するお問い合わせ	<b>0120-086-102</b> 岩通マニファクチャリング株式会社 <small>〒965-0859 福島県会津若松市住吉町23-7 FAX 0242-26-4348</small>
<b>IWATSU</b> <b>岩崎通信機株式会社</b> URL : <a href="http://www.itl.iwatsu.co.jp/">http://www.itl.iwatsu.co.jp/</a>	
第二営業部 計測営業担当	<small>〒168-8501 東京都杉並区久我山1-7-41            TEL 03-5370-5474 FAX 03-5370-5492</small>
第二営業部 アカウント営業担当	<small>〒168-8501 東京都杉並区久我山1-7-41            TEL 03-5370-5474 FAX 03-5370-5492</small>
第二営業部 国際営業担当	<small>〒168-8501 東京都杉並区久我山1-7-41            TEL 03-5370-5483 FAX 03-5370-5492</small>
西日本支店 計測営業担当	<small>〒550-0005 大阪府大阪市西区西本町2-3-6 山岡ビル1F            TEL 06-6535-9200 FAX 06-6535-9215</small>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本製品の中には外国為替及び外国貿易法の規定により規制貨物（又は技術）に該当する製品があり、該当する製品を輸出する場合は日本政府の輸出許可が必要です。該当する製品が否かについては本社又は営業所にお問い合わせください。</li> <li>● 製品改良等により、外觀および性能の一部を予告なく変更することがあります。</li> <li>● 取扱説明書の追加および検査成績書は有償にて申し受けます。</li> <li>● お問い合わせは、下記営業担当部門等または取扱店へどうぞ。</li> <li>● ここに記載しました内容は2019年6月現在のものです。</li> <li>● 価格は変更の可能性があります。ご注文の際にはご確認を頂きますようお願い申し上げます。</li> <li>※ 製品を廃棄する場合には、法律ならびに地方自治体の条例・規則に従って廃棄してください。</li> <li>※ 社名、商品名等は各社の商標または登録商標です。</li> <li>※ 在庫廃止後廃止製品につきましてはご面倒ですが必ず担当営業員にご確認ください。</li> <li>● ご相談／お問い合わせは</li> </ul>	