

## 計装アンプ/差動アンプをAC結合で使用する (対象: ±200V差動アンプINA117・INA106ベースの ±100V差動アンプ・G=1、10の差動アンプINA105とINA106・計装アンプINA101、INA102、INA103、INA110、INA120)

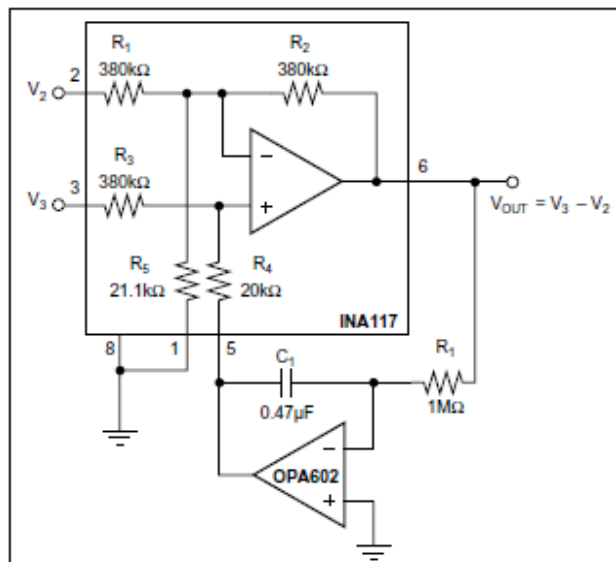
By R. Mark Stitt (602) 746-7445

信号処理関係のアプリケーションでは、DC(直流)に存在する同相ノイズからAC(交流)信号を選び分けて集めなければならないことがよくあります。計装アンプ(IA)やディファレンス・アンプをAC結合で使用すると、DCノイズや同相ノイズを混入させずにAC信号のみを確実に抽出できます。

コンデンサや抵抗を付加して計装アンプやディファレンス・アンプの入力をAC結合とする方法は定石的なものに思えますが、問題点があります。ところが、同じ伝達関数を使用しているにもかかわらず、このアプリケーション・ノートで紹介する直流再生回路には欠点が見つかりません。

ディファレンス・アンプの同相電圧除去比(CMR: common-mode rejection)の質は、入力信号源インピーダンスのマッチングが非常に正確に行われるかどうかによって左右されます。

RCネットワークを計装アンプやディファレンス・アンプの入力に追加すると、CMRが著しく劣化することがあります。特にAC入力の場合はそうなります。CMRのトリミングを行ったとして

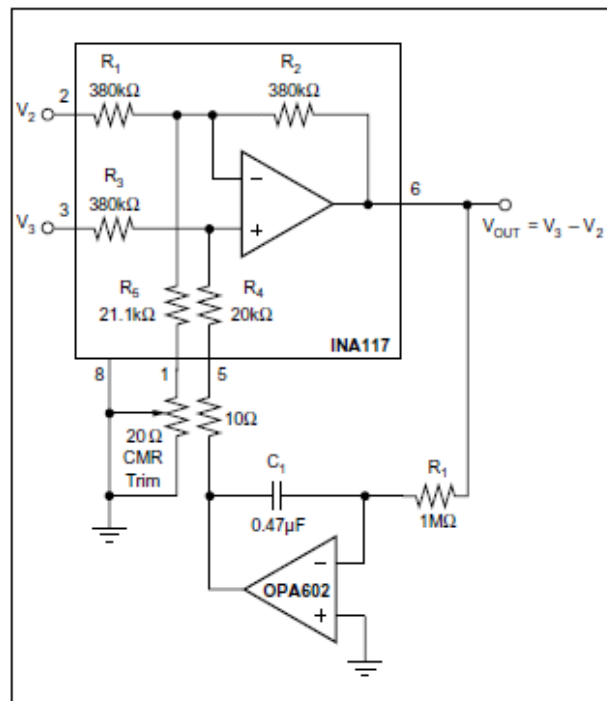

**図1 AC結合INA117**

も、温度変化に耐えうるパフォーマンスを維持できるかどうか問題になる可能性があります。

直流再生回路では、計装アンプやディファレンス・アンプのリファレンス・ピンへの帰還回路にローパス・ネットワークを置くことで、この問題を解決します。入力で参照するロー

パス極は「 $f_{-3dB} = \text{Gain}/2 \cdot \pi \cdot R \cdot C$ 」という式でハイパス関数に変形されます。Gain項は、「リファレンス・ピン～計装アンプまたはディファレンス・アンプの出力」のゲインを示しています。後述のセレクション・ガイドでは、このGain項は「ハイパス乗数」として記載されています。

直流再生されたINA117を図1に示します。示された値から、ハイパス・ゼロは $\approx 6.5\text{Hz}$ です。


**図2 AC結合INA117(CMRトリム抵抗付き)**

INA117BMのCMRは最小で86dBです。直流再生INA117のCMRをこれよりも向上させる必要がある場合は、図2の回路を使用します。トリム抵抗は小さいため、INA117の安定性やドリフト・パフォーマンスを劣化させることもありません。

INA117の同相入力電圧範囲と差動オフセット電圧範囲は最大±200Vです。それより低い、最大±100Vの同相電圧範囲および差動オフセット電圧範囲が許容される場合は、INA106を使用してノイズを低く抑え、小信号帯域幅を2倍(400kHz vs 200kHz)にすることも可能です。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。

直流再生によるINA106の最も簡単な回路を図3に示します。INA106が、通常のゲイン10構成から反転された状態になっています。抵抗 $100\text{ k}\Omega$ と $10\text{ k}\Omega$ で入力に11/1分圧器を形成し、ピン1とピン5での $\pm 100\text{ V}$ が分圧されて、オペアンプの入力で $\pm 10\text{ V}$ より低くなるようにします。 $R_5$ 、 $R_6$ ネットワークでは、全体的なユニティ・ゲイン伝達関数用に適切な帰還ゲインを提供します。 $R_5$ 、 $R_6$ ネットワークによりINA106での精密な抵抗マッチングが阻害されるため、この回路ではCRMとゲイン両方のためにトリミングが必要になります。さらに、 $R_5$ 、 $R_6$ 、およびピン3に接続したトリム・ポット $500\ \Omega$ を使用して、ゲインとCMRの相互作用的な調整が可能です。追加されるトリム抵抗は小さいため、優秀な「CMRの安定性 vs INA106の時間と温度」を損なうことはありません。

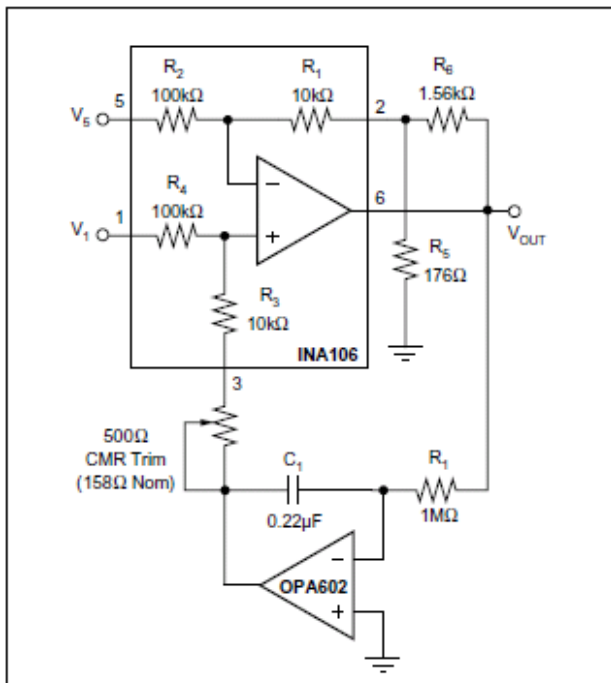


図 3 INA106を使用したAC結合 ±100Vディファレンス・アンプ

トリム抵抗を追加せずに、 $\pm 100\text{ V}$ の直流再生ディファレンス・アンプでINA106を使用する必要がある場合は、図4の回路を使用します。ゲインは $R_5$ 、 $R_6$ の分圧回路によって直接設定されます。抵抗マッチングとCMRの質を維持するために、INA106の帰還抵抗へのバッファ・アンプ $A_2$ のインピーダンスは低く設定されます。

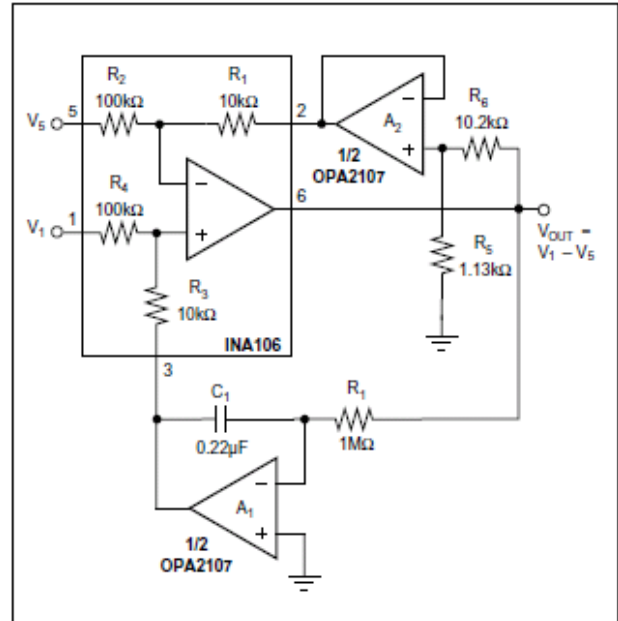


図4 INA106を使用したAC結合 $\pm 100\text{ V}$ ディファレンス・アンプ(トリム抵抗不要)

図4に示された直流再生  $\pm 100\text{ V}$ ディファレンス・アンプを使用する場合は、トリム抵抗を使用しなくても優秀なCMRが実現できます。ただし、図5に示された回路のように必要に応じてCMRの微調整に使用することも可能です。追加のトリム抵抗は小さいため、INA106の復元性やドリフトを劣化させることもありません。

直流再生は、図6に示されているものと同じ技法を使用して、下の表に記載されたどの標準的な計装アンプでも使用できます。これらの計装アンプすべてにはユニティ・ゲイン差動アンプが使用されているため、ハイパス乗数はユニティになります。

セレクション・ガイド(AC結合された差動アンプと計装アンプ)  $V_S = \pm 15V$ 

モデル	ゲイン[V/V]	同相電圧 入力範囲 [V]	差動オフセット 電圧範囲 [V]	ノイズ(RTI) [nV/ $\sqrt{Hz}$ ]	帯域幅 (-3dB) [Hz]	ハイパス・マルチプ ライヤ(逡倍器) (本文参照)
INA117	1	$\pm 200$	$\pm 200$	550	200k	19
INA106 <sup>(1)</sup>	1	$\pm 100$	$\pm 100$	300	400k	10
INA105	1	$\pm 20$	$\pm 10$	60	1M	1
INA106	10	$\pm 11$	$\pm 1$	30	500k	1
INA101 INA102 INA103 INA110 INA120	<sup>(2)</sup>	$\pm 7$ <sup>(3)</sup>	$\pm 10$	$1$ <sup>(2)</sup>	$6M$ <sup>(2)</sup>	1

注: (1)反転接続。図3、4、5を参照。(2)ゲインは1~1000+の範囲で調整可能。ノイズと帯域幅はゲインの設定に依存。INA103のノイズは最も低くゲイン = 1000で  $1nV/\sqrt{Hz}$ 、となります。INA103はゲイン = 1で6MHzという最も高い帯域幅を持ちます。INA102は低消費電力(最大750 $\mu$ A)です。INA110はFET入力です( $I_B$  = 最大50pA)。INA101はドリフトが最も低くなっています(最大.25 $\mu$ V/C)。INA120はINA101の低消費電流品であり、ゲインが1、10、100、1000の場合の内部抵抗を備えています。(3)この通り、標準的な計装アンプの同相入力電圧範囲は $V_{OUT}$ が $\pm 10V$ の場合に $\pm 7V$ 程度しかありません。詳細については、次の文献を参照してください。“Extended Common-Mode Instrument Amps”, Electronic Design, December 22, 1988, pp 67, 68.

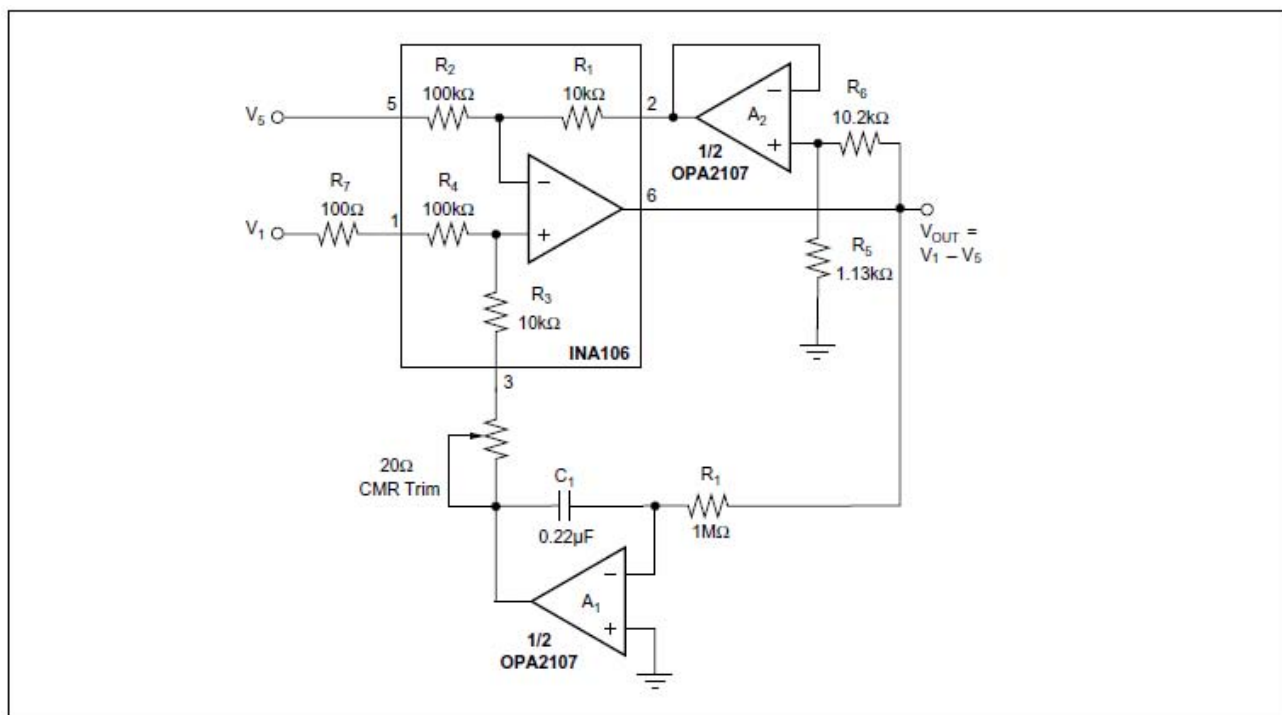


図 5 INA106を使用したAC結合  $\pm 100V$ ディファレンス・アンプ。CMRトリム抵抗付き。

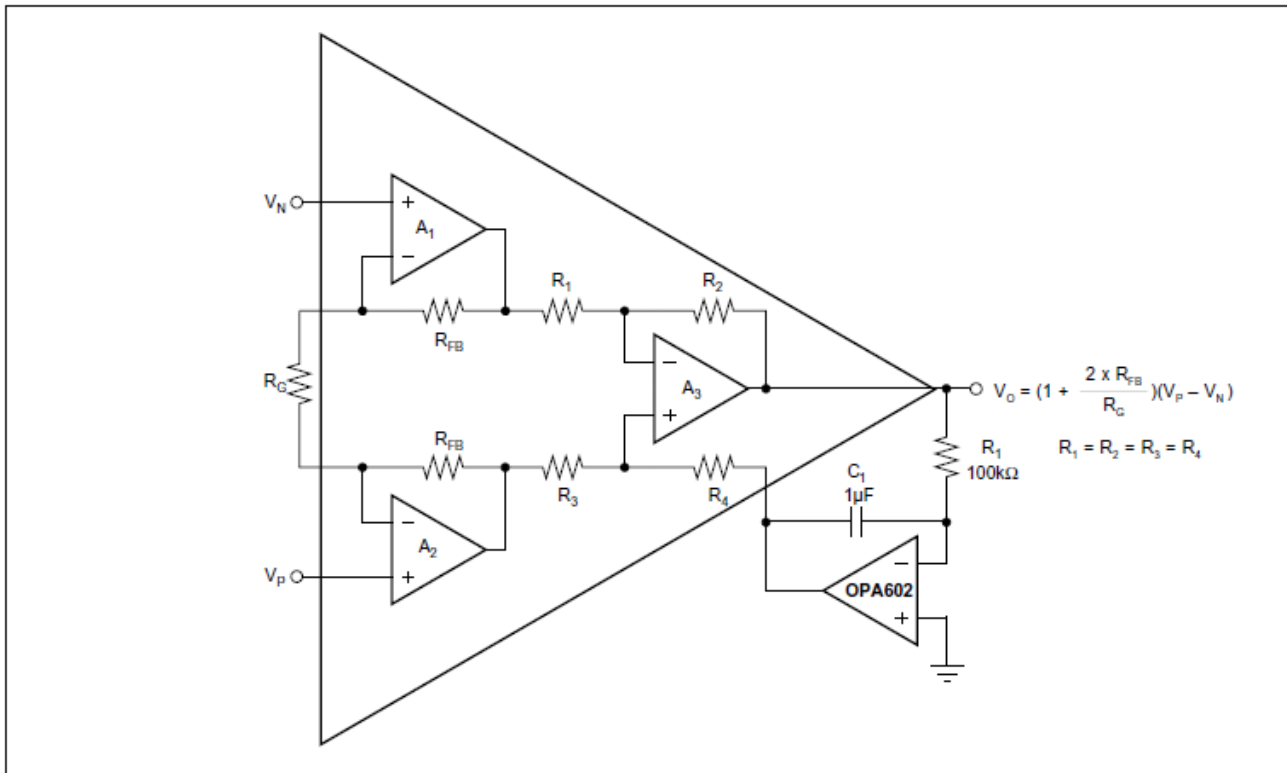


図 6 AC結合を使用した計装アンプの一般的な回路

# ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといたします)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといたします)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメータに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認をすることを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメータと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2009, Texas Instruments Incorporated  
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

## 弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

### 1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。

前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

### 2. 温・湿度環境

温度: 0 ~ 40 °C、相対湿度: 40 ~ 85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

### 3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

### 4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

### 5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260 °C以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

### 6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上