

# シリコン高周波広帯域増幅器IC

μPC1675G, μPC1676G, μPC1688Gの使い方

---

〔メモ〕

本資料は内容の充実のために予告なく改版する場合があります。

本書は本製品の一般的なアプリケーションの概要を紹介するものです。掲載の応用回路および回路定数はあくまで一例であり、量産設計を対象とするものではありません。また、応用回路の制限や応用回路特性の規格化を意図するものではないことをご了承ください。

特に、高周波ICの諸特性はご使用になる外付け部品や実装パターンにより変化します。したがって、本書を参考にしてご計画のシステム要求特性にあわせて外付け回路定数を決定し、特性をご確認の上ご使用いただきますようお願いいたします。

● **本資料の内容は予告なく変更することがありますので、最新のものであることをご確認の上ご使用ください。**

- 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
- 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
- 本資料に記載された回路、ソフトウェア、及びこれらに付随する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するためのものです。従って、これら回路・ソフトウェア・情報をお客様の機器に使用される場合には、お客様の責任において機器設計をしてください。これらの使用に起因するお客様もしくは第三者の損害に対して、当社は一切その責を負いません。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意願います。
- 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定して頂く「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認の上ご使用願います。

標準水準：コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット

特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通信号機器、防災／防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器

特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等

当社製品のデータ・シート／データ・ブック等の資料で、特に品質水準の表示がない場合は標準水準製品であることを表します。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。

M7 98.8

本文欄外の★印は、本版で改訂された主な箇所を示しています。

巻末にアンケート・コーナーを設けております。このドキュメントに対するご意見をお気軽にお寄せください。

## 目 次

- 1. 概 要 ... 6
- 2. 内部回路構成 ... 7
- 3. 特 性 ... 8
- 4. プリント・パターン実装例 ... 13
- 5. 応 用 例 ... 15
  - 5.1 カスケード・アンプ ... 15

### 使用上の注意事項

- (1) 本製品は高周波プロセスを用いていますので、静電気などの過大入力にご注意ください。
- (2) グランド・パターンは極力広く取り、接地インピーダンスを小さくしてください(異常発振の防止のため)。特にグランド端子はインピーダンス差が生じないようにパターンをつなげてください。
- (3)  $V_{CC}$ 端子にはバイパス・コンデンサを挿入してください。
- (4) 各信号端子には、カップリング・コンデンサ等でDCカットしてください。容量値は使用周波数に応じて決定してください。
- (5) 電圧の印加は、 $V_{CC}$ 端子のみに行ってください。入力端子に電圧を印加することや直接プルダウンするなど、端子電圧の外部調整は禁止です。
- (6) 外付けでIC内部回路の帰還を変更することはできません。

# 1. 概要

$\mu$ PC1675G/ $\mu$ PC1676G/ $\mu$ PC1688Gは、高周波広帯域増幅を目的として開発したシリコン・モノリシックICです。本製品は4ピン・ミニモールド・パッケージに搭載しています。

特長としては

- 図1 - 1に示すような4ピン・ミニモールドに搭載しているため、高密度・面実装が可能です。
- またEIAJに準じた8 mm幅のエンボス式テーピングを用意していますので、自動実装が可能です。
- 電力利得により、3種類の製品を用意しております。

$\mu$ PC1675G :  $G_P = 12 \text{ dB TYP.}$   $NF = 5.5 \text{ dB TYP.}$  ( @f = 500 MHz )

$\mu$ PC1676G :  $G_P = 22 \text{ dB TYP.}$   $NF = 4.5 \text{ dB TYP.}$  ( @f = 500 MHz )

$\mu$ PC1688G :  $G_P = 21 \text{ dB TYP.}$   $NF = 4.0 \text{ dB TYP.}$  ( @f = 500 MHz )

高周波広帯域動作が可能です。

$\mu$ PC1675G :  $f_u = 1.9 \text{ GHz TYP.}$   
 $\mu$ PC1676G :  $f_u = 1.2 \text{ GHz TYP.}$   
 $\mu$ PC1688G :  $f_u = 1.1 \text{ GHz TYP.}$

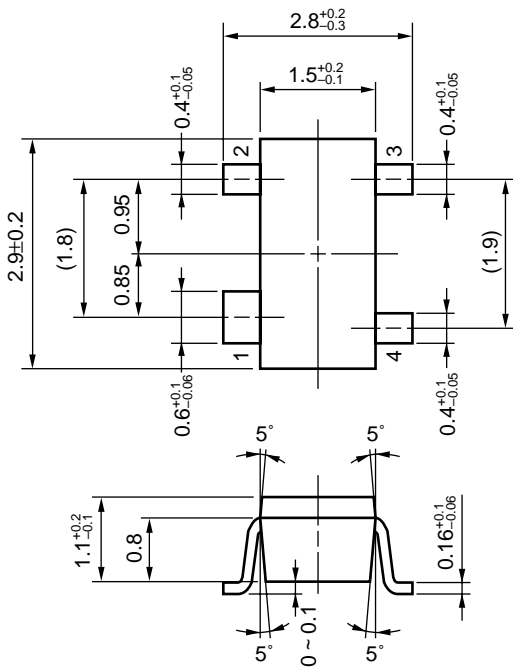
} 0.1 GHzのゲインより3dBダウン

特性インピーダンス：入出力50  $\Omega$

電源電圧： $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5 \text{ V}$

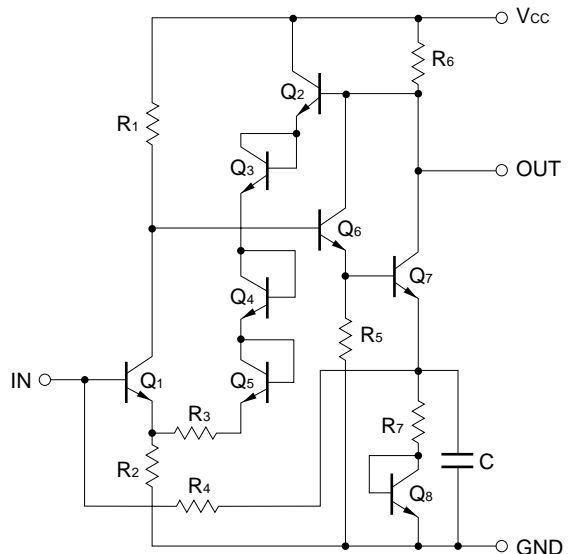
★

図1 - 1 外形図 (単位：mm)



端子番号	端子名称
1	GND
2	OUTPUT
3	$V_{CC}$
4	INPUT

図1 - 2 内部等価回路



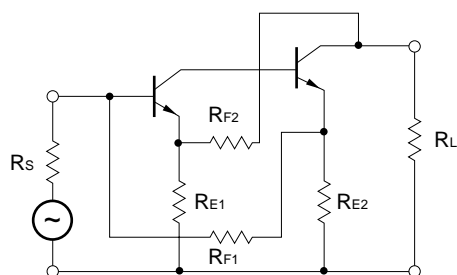
## 2. 内部回路構成

μPC1675G/μPC1676G/μPC1688Gの内部等価回路を図1 - 2に示します。

3品種の内部等価回路は同一となっており、電力利得の設定はR<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>, R<sub>7</sub>を変えて行っています。回路の動作としては、出力部よりQ<sub>1</sub>のベースおよびエミッタへのマルチ負帰還増幅の構成となっており、Q<sub>7</sub>のエミッタ側にMOS容量Cを接続し、周波数特性にピーキングをかけています。

回路形式としては、シングルエンドのマルチ負帰還増幅形とし、基本的には図2 - 1に示す構成であり、次のような特長を持っています。

図2 - 1 基本回路構成



電力利得の周波数特性が良い。

入出力インピーダンス、電力利得は帰還抵抗により決定することができる。

差動方式等の回路と比較し、入力段トランジスタのエミッタ側抵抗が小さいため雑音特性が良い。

差動方式等の回路と比較し、外部回路とのインピーダンス整合が良く出力効率が良くなり、低ひずみ特性となる。

また、一次近似として図2 - 1の回路の入出力インピーダンスR<sub>i</sub>, R<sub>o</sub>, および電力利得S<sub>21</sub>は、一般的に次式で決定することができます。

$$R_i = \frac{(R_{F2} + R_{E2})R_{E1} \cdot R}{R_{E1} \cdot R + R_{E2}(R_{F1} + R_{E1} + R)} \quad \dots\dots (1)$$

$$R_o = \frac{(R_{F1} + R_{E1})R_{E2} \cdot R}{R_{E1}(R_{E2} + R_{F2} + R) + R_{E2} \cdot R} \quad \dots\dots (2)$$

$$S_{21} = \frac{R_{F1} + R_{E1}}{R_{E1}} \quad \dots\dots (3) \quad (\text{ここで } R_s = R_L = R)$$

図2 - 1のマルチ負帰還増幅回路を実際のもノリシックICに適用するため、以下の点を改良し最終的に図1 - 2に示す等価回路にしています。

帰還ループ利得を大きくするために終段のQ<sub>6</sub>, Q<sub>7</sub>をダーリントン接続とし、特にQ<sub>6</sub>は最適バイアス条件を得るためR<sub>5</sub>を接続しバイアス電流を確保する。

Q<sub>6</sub>, Q<sub>7</sub>のコレクタからQ<sub>1</sub>のエミッタへの帰還についてはDC電位を合わせるため、Q<sub>2</sub>のエミッタ・フォロワおよびQ<sub>3</sub>からQ<sub>5</sub>のダイオードによりインピーダンスおよび電位調整を行う。

Q<sub>8</sub>のダイオードによりQ<sub>7</sub>のエミッタ電位を持ち上げ、帰還路を介してQ<sub>1</sub>のベース・バイアス電流を供給する。

次に帰還抵抗R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>をパラメータにした時の入出力インピーダンス、および電力利得のシミュレーション結果を示します(本シミュレーション結果の値は、式(1)～(3)により計算した場合とは回路が図2 - 1より複雑になっているため、多少異なります。またR<sub>3</sub>は図2 - 1のR<sub>F2</sub>, R<sub>4</sub>はR<sub>F1</sub>に相当します)。

図2 - 2 入力インピーダンス, 出力インピーダンス vs. 帰還抵抗

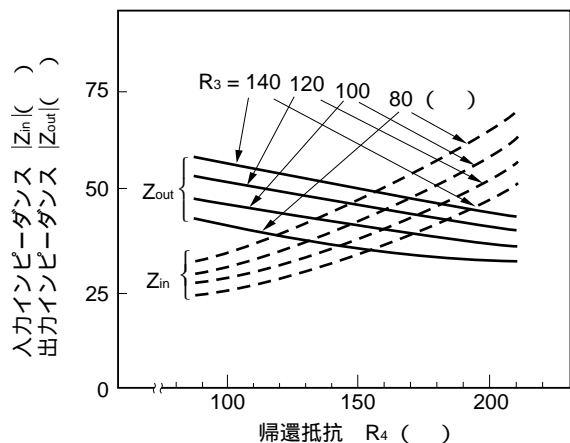


図2 - 3 電力利得 vs. 帰還抵抗

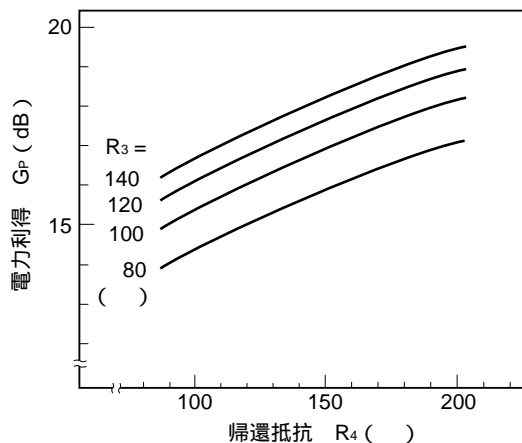


図2 - 2, 図2 - 3より, 帰還抵抗 $R_3$ ,  $R_4$ により入出力インピーダンス, 電力利得を容易にコントロール可能であることがわかります。

最終的には入出力インピーダンスは広帯域化のために50  $\Omega$ で, かつ十分な利得が得られることを目標とし,  $R_3 = 120 \Omega$ ,  $R_4 = 200 \Omega$ に設定しています。

### 3. 特性

本章では代表として $\mu$ PC1675Gと $\mu$ PC1676Gの特性について比較して説明します。

$\mu$ PC1675G/ $\mu$ 1676Gの絶対最大定格および電気的特性を表3 - 1, 表3 - 2に示します。

★

表3 - 1 絶対最大定格

項目	略号	条件	定格	単位
電源電圧	$V_{CC}$	$T_A = +25$	6	V
パッケージ許容損失	$P_D$	50 × 50 × 1.6 mm両面銅箔ガラス・エポキシ 基板実装時, $T_A = +85$	200	mW
動作周囲温度	$T_A$		- 40 ~ + 85	
保存温度	$T_{stg}$	$T_A = +25$	- 55 ~ + 150	

表3 - 2 電気的特性 ( $V_{CC} = 5.0 V$ ,  $T_A = +25$ ,  $Z_S = Z_L = 50 \Omega$ )

項目	略号	条件	$\mu$ PC1675G			$\mu$ PC1676G			単位
			MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.	
回路電流	$I_{CC}$	無信号時	12	17	22	14	19	24	mA
電力利得	$G_P$	$f = 500 \text{ MHz}$	10	12	14	19	22	24	dB
雑音指数	NF	$f = 500 \text{ MHz}$	-	5.5	7.0	-	4.5	6.0	dB
上限動作周波数	$f_u$	0.1 GHzのゲインより3 dBダウン	1.6	1.9	-	1.0	1.2	-	GHz
アイソレーション	ISL	$f = 500 \text{ MHz}$	21	25	-	24	28	-	dB
入力側リターン・ロス	$RL_{in}$	$f = 500 \text{ MHz}$	9	12	-	9	12	-	dB
出力側リターン・ロス	$RL_{out}$	$f = 500 \text{ MHz}$	8	11	-	6	9	-	dB
飽和出力電力	$P_{O(sat)}$	$f = 500 \text{ MHz}$ , $P_{in} = 0 \text{ dBm}$	2	4	-	3	5	-	dBm

図3 - 1 ~ 図3 - 6に $\mu$ PC1675Gおよび $\mu$ PC1676Gの電源電圧特性および温度特性を含む特性曲線を示します。また, 図3 - 13, 図3 - 14にSパラメータ特性 (スミス・チャート) を示します。



図3-1 雑音指数, 電力利得 vs. 周波数

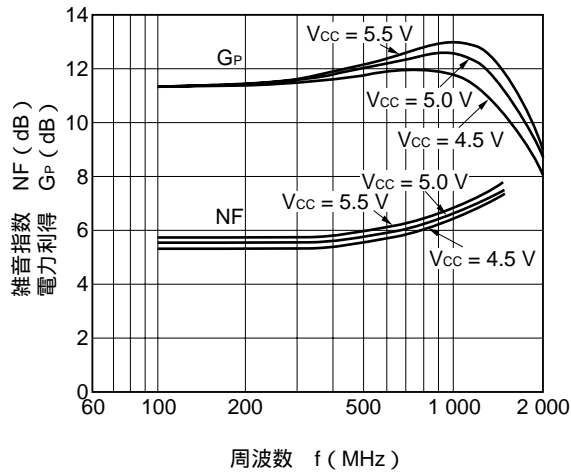


図3-2 アイソレーション vs. 周波数

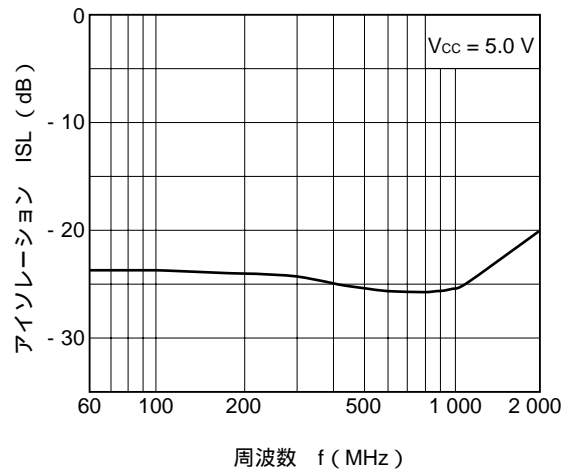


図3-3 入力リターン・ロス, 出力リターン・ロス vs. 周波数

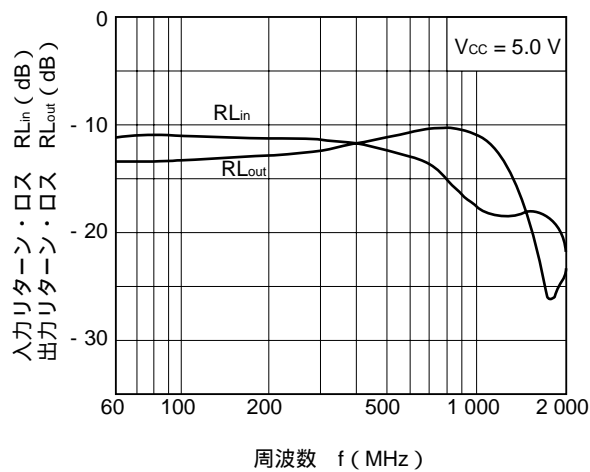


図3-4 出力電力 vs. 入力電力

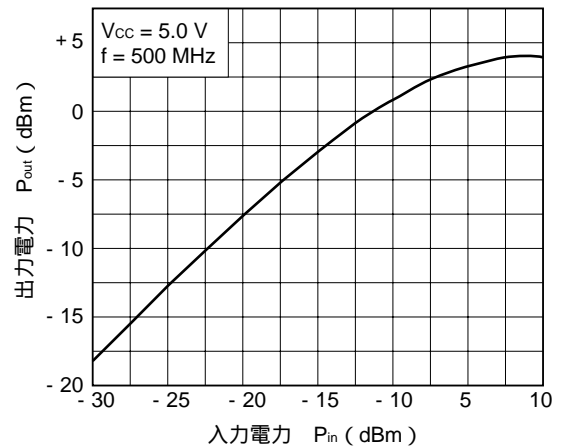


図3-5 3次相互変調ひずみ vs. 出力電力

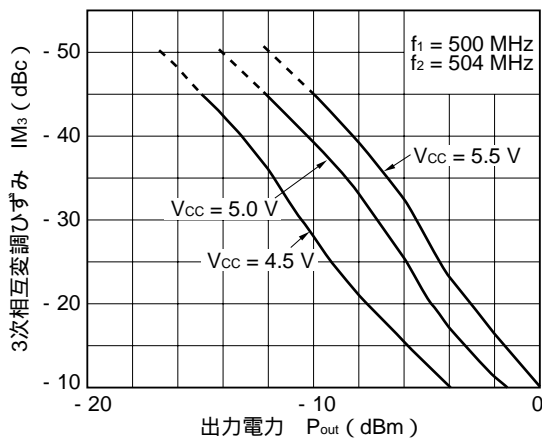


図3-6 電力利得 vs. 動作周囲温度

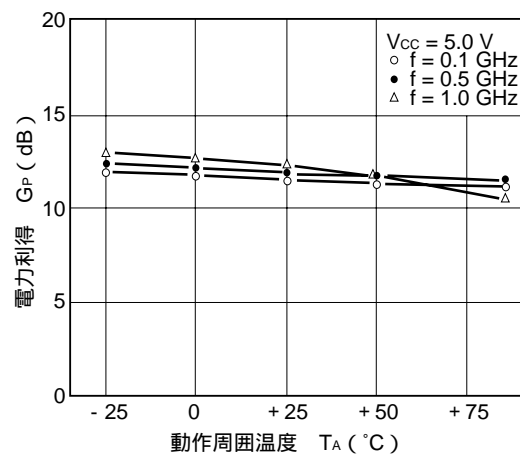


図3-7 雑音指数, 電力利得 vs. 周波数

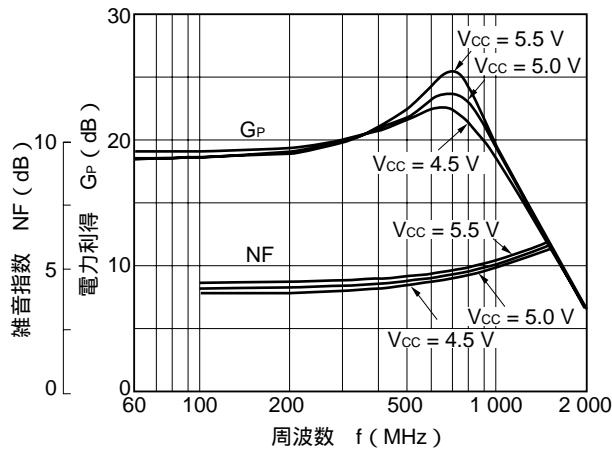


図3-8 アイソレーション vs. 周波数

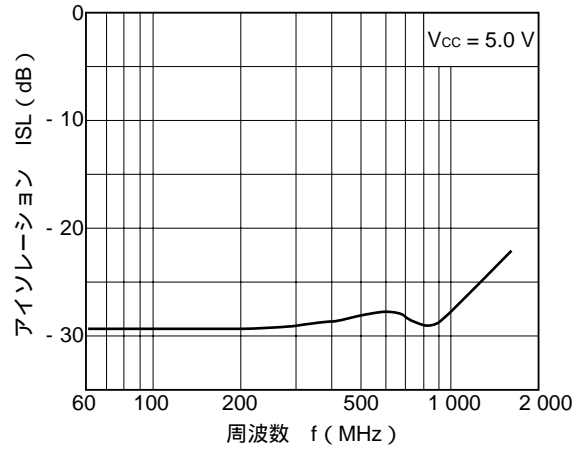


図3-9 入力リターン・ロス, 出力リターン・ロス vs. 周波数

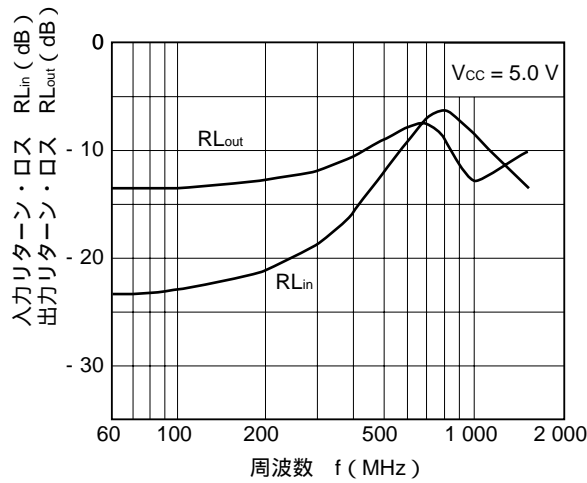


図3-10 出力電力 vs. 入力電力

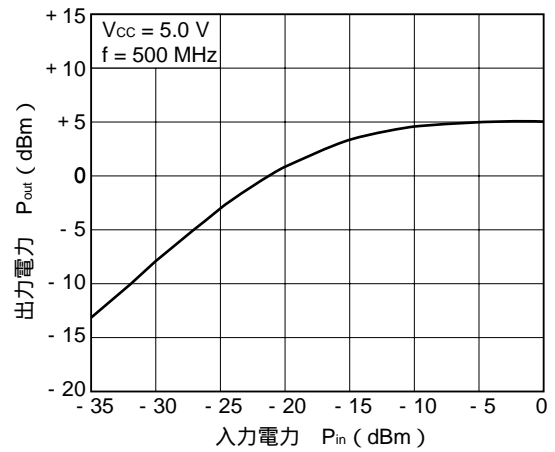


図3-11 3次相互変調ひずみ vs. 出力電力

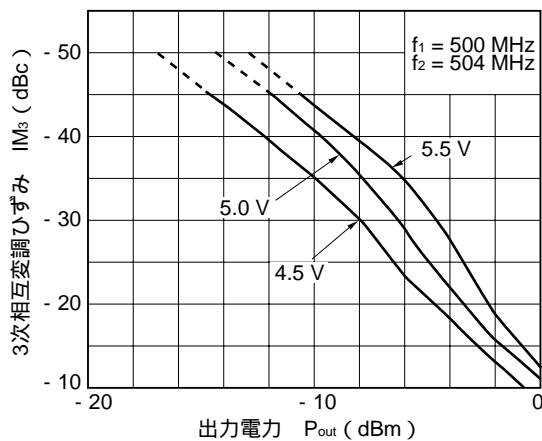
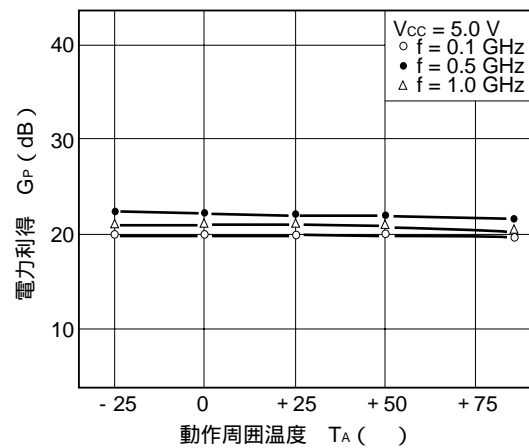


図3-12 電力利得 vs. 動作周囲温度



備考 グラフ中の値は参考値を示します。

図3 - 13 (a) S<sub>11</sub>-周波数

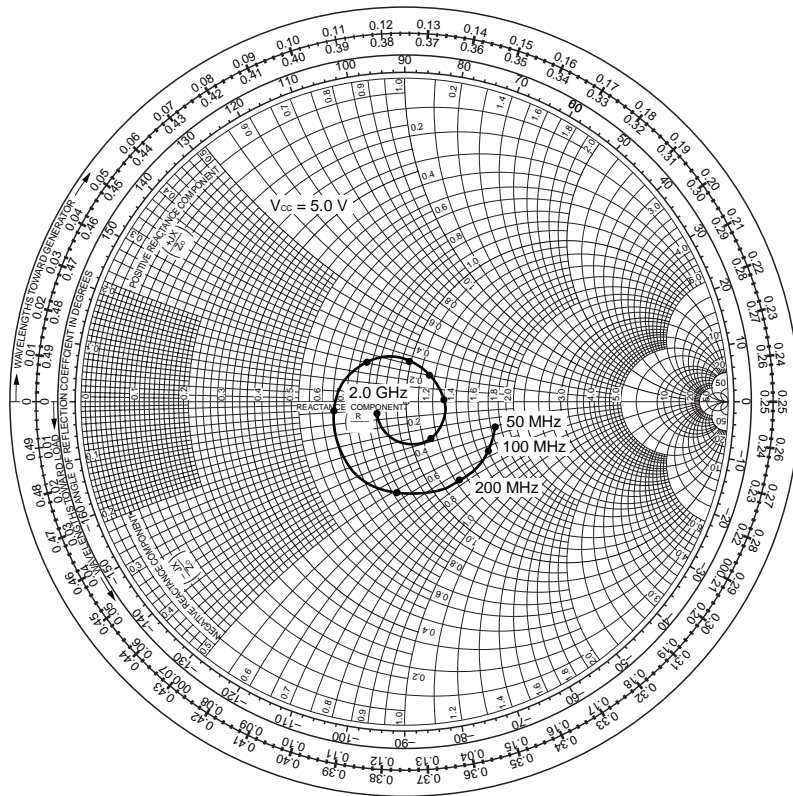


図3 - 13 (b) S<sub>22</sub>-周波数

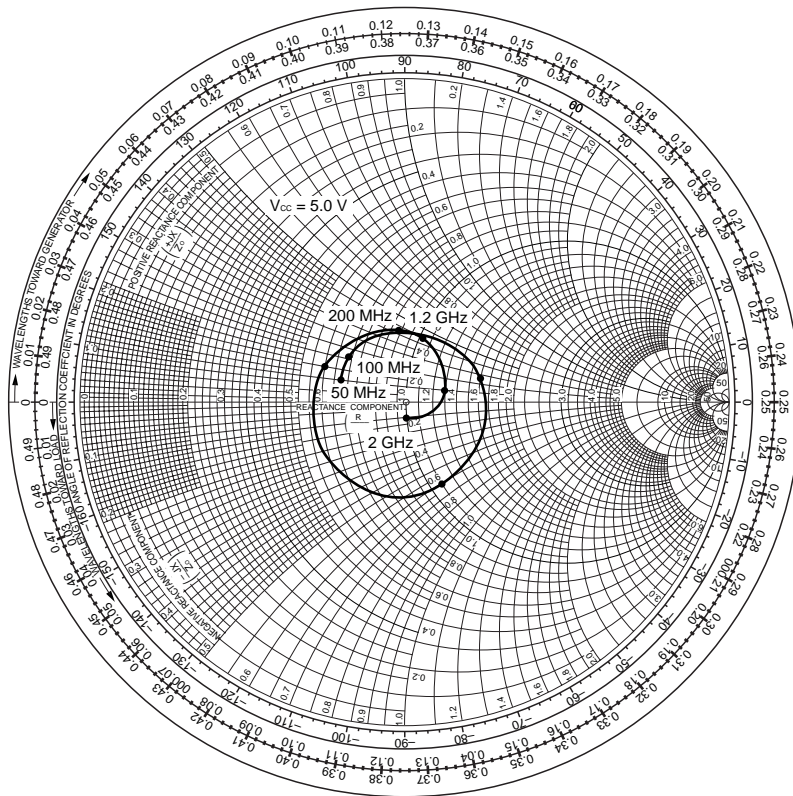


図3 - 14 (a) S<sub>11</sub>-周波数

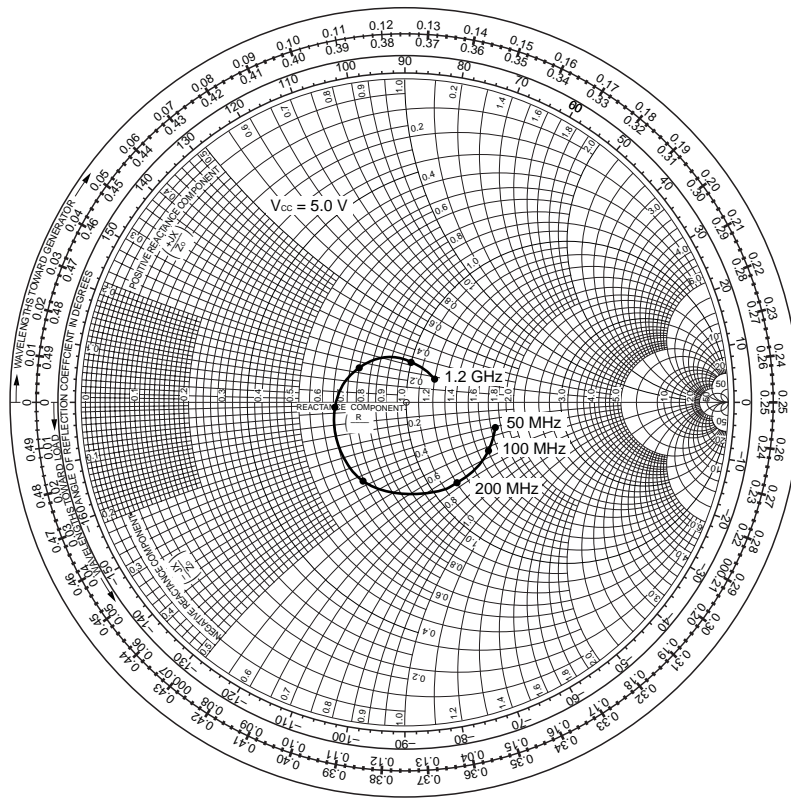
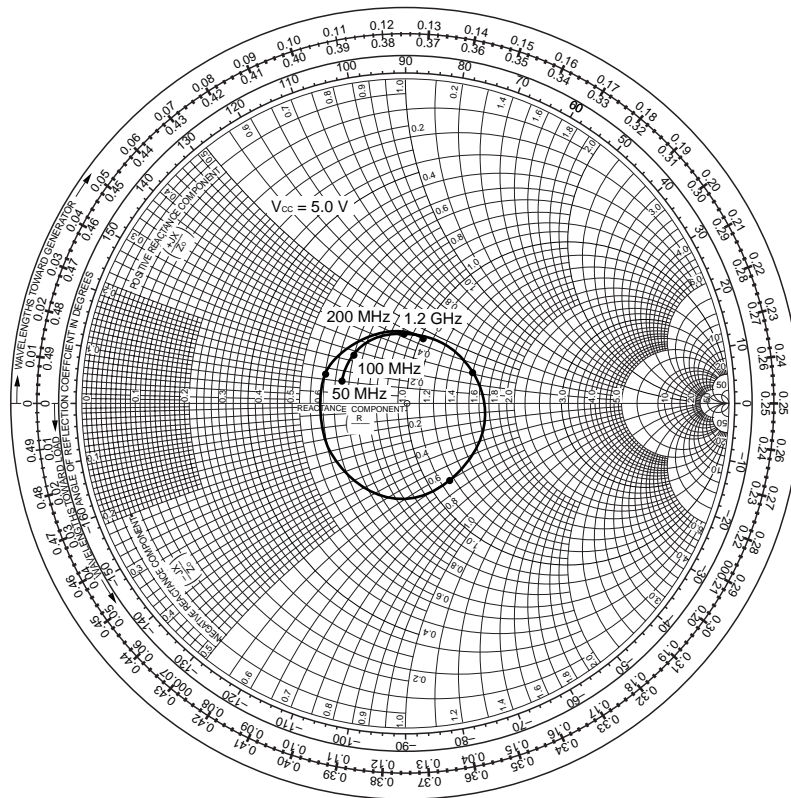


図3 - 14 (b) S<sub>22</sub>-周波数



#### ★ 4. プリント・パターン実装例

$\mu$ PC1675G/ $\mu$ PC1676G/ $\mu$ PC1688Gは、入力、出力、電源、GND端子の4端子しかない簡単な構造の広帯域増幅器ですが、上限動作周波数が1.9 GHz TYP./ $\mu$ PC1675G, 1.2 GHz TYP./ $\mu$ PC1676Gと高くなっているため、プリント・パターンの状態により、周波数特性が大きく変化します（特に高い周波数）。

図4 - 1は、 $\mu$ PC1675Gを使用し、この特性差を示したものです。図中プリント基板A～Cはそれぞれ  
基板A：両面ガラス・エポキシ基板で、裏面（GND面）と表面のGNDを接続し、かつ入出力間にGNDラインを入れ、アイソレーション効果を持たせたもの。パターン例を図4 - 2に示します。

基板B：基板Aで、入出力間にGNDラインを入れないもの。

基板C：基板Bで、裏面GNDをなくしたもの。

以上の実装例より、 $f = 1$  GHz付近でのピーキングのかかり方、周波数特性の伸びから基板A相当の実装が必要で、特に入出力間のGNDラインに大きな効果を持ちます。

図4 - 1  $\mu$ PC1675Gの実装特性例

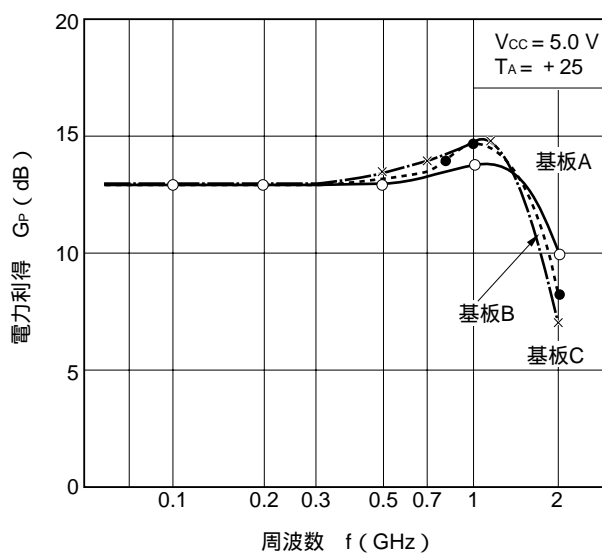


図4-2(a) パターン例

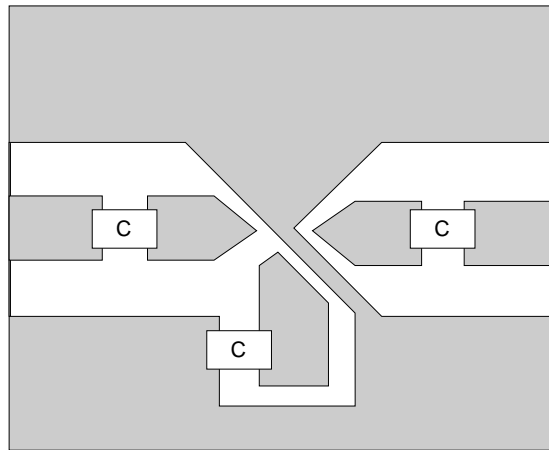


図4-2(b) 実装例

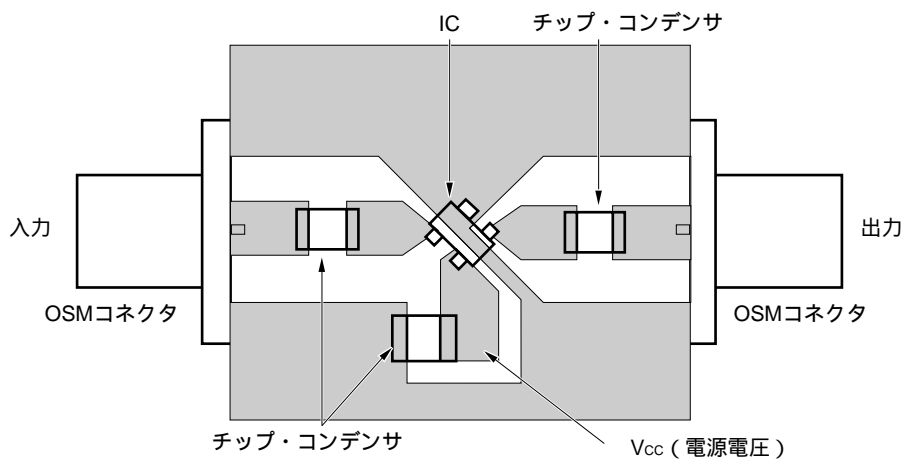
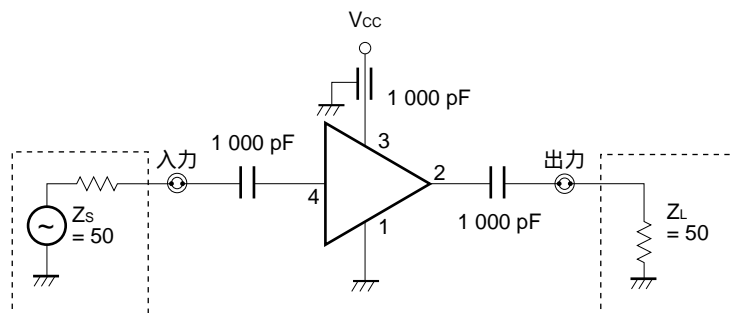


図4-2(c) 動作回路(測定回路)



## 5. 応用例

### 5.1 カスケード・アンプ

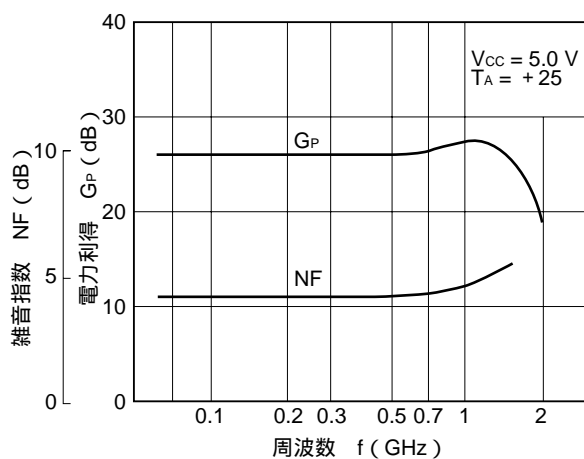
$\mu$ PC1675G/ $\mu$ PC1676G/ $\mu$ PC1688Gとも多段接続可能なように入出力のインピーダンスは50  $\Omega$ に整合されていますので、カスケード・アンプとしての応用ができます。

図5 - 2に $\mu$ PC1675Gの2個のカスケード・アンプの特性例を示します。プリント・パターンは4. **プリント基板実装例**に示したようにガラス・エポキシ両面基板を用い、それぞれの入出力はGNDラインでアイソレーションしています。

$\mu$ PC1676Gは高利得タイプとなっていますが、 $f = 700$  MHzでのピーキングが少し大きいため、目的の特性と合わせて考える必要があります。

また、出力を $P_{out} = 10$  dBm程度出すような組み合わせとしては $\mu$ PC1675G +  $\mu$ PC1658Gが最適です。

図5 - 1  $\mu$ PC1675G 2段カスケード・アンプ特性



〔メモ〕



〔メモ〕

---

## — お問い合わせ先 —

### 【技術的なお問い合わせ先】

NEC半導体テクニカルホットライン  
(電話：午前 9:00～12:00，午後 1:00～5:00)

電話 : 044-435-9494  
FAX : 044-435-9608  
E-mail : s-info@saed.tmg.nec.co.jp

### 【営業関係お問い合わせ先】

#### 第一販売事業部

東京 (03)3798-6106, 6107,  
6108

名古屋 (052)222-2375

大阪 (06)6945-3178, 3200,  
3208, 3212

仙台 (022)267-8740

郡山 (024)923-5591

千葉 (043)238-8116

#### 第二販売事業部

東京 (03)3798-6110, 6111,  
6112

立川 (042)526-5981, 6167

松本 (0263)35-1662

静岡 (054)254-4794

金沢 (076)232-7303

松山 (089)945-4149

#### 第三販売事業部

東京 (03)3798-6151, 6155, 6586,  
1622, 1623, 6156

水戸 (029)226-1702

広島 (082)242-5504

高崎 (027)326-1303

鳥取 (0857)27-5313

太田 (0276)46-4014

名古屋 (052)222-2170, 2190

福岡 (092)261-2806

### 【資料の請求先】

上記営業関係お問い合わせ先またはNEC特約店へお申しつけください。

### 【インターネット電子デバイス・ニュース】

NECエレクトロニクスデバイスの情報がインターネットでご覧になれます。

URL(アドレス)

<http://www.ic.nec.co.jp/>

## アンケート記入のお願い

お手数ですが、このドキュメントに対するご意見をお寄せください。今後のドキュメント作成の参考にさせていただきます。

[ドキュメント名] シリコン高周波広帯域増幅器IC アプリケーション・ノート

( P10964JJ3V0AN00 ( 第3版 ) )

[お名前など] (さしつかえない範囲で)

御社名(学校名, その他) ( )  
ご住所 ( )  
お電話番号 ( )  
お仕事の内容 ( )  
お名前 ( )

1. ご評価(各欄に をご記入ください)

項 目	大変良い	良 い	普 通	悪 い	大変悪い
全体の構成					
説明内容					
用語解説					
調べやすさ					
デザイン, 字の大きさなど					
その他( )					
( )					

2. わかりやすい所(第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他 )

理由 [ ]

3. わかりにくい所(第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他 )

理由 [ ]

4. ご意見, ご要望

5. このドキュメントをお届けしたのは

NEC販売員, 特約店販売員, その他( )

ご協力ありがとうございました。

下記あてにFAXで送信いただくか, 最寄りの販売員にコピーをお渡しく下さい。

日本電気(株) NEC エレクトロニクス  
半導体テクニカルホットライン

FAX : ( 044 ) 435-9608

2000.6