

DC~28GHz、GaAs、 pHEMT、2W パワー・アンプ

特長

- ▶ 広帯域で、内部整合された RF パワー・アンプ
- ▶ 入力および出力を DC 結合
- ▶ RF パワー・ディテクタ内蔵
- ▶ 温度センサー内蔵
- ▶ ゲイン：2GHz~16GHz で 12.5dB（代表値）
- ▶ OP1dB：2GHz~16GHz で 33dBm（代表値）
- ▶ P_{SAT}：2GHz~16GHz で 34dBm（代表値）
- ▶ OIP3：2GHz~16GHz で 45dBm（代表値）
- ▶ 32ピン、5.00mm x 5.00mm、LFCSP_CAV パッケージ

アプリケーション

- ▶ 電子戦
- ▶ レーダー
- ▶ 試験装置および計測装置

概要

ADPA9007 は、DC~28GHz で動作する 2W の RF パワー・アンプです。RF 入出力は内部整合され、DC 結合されています。ADPA9007 には、温度補償された内蔵 RF パワー・ディテクタと内蔵温度センサーが搭載されています。

2GHz~16GHz の帯域において、ADPA9007 アンプのゲインは 12.5dB、1dB 圧縮ポイント（OP1dB）の出力パワーは 33dBm、出力 3 次インターセプト・ポイント（OIP3）は 45dBm です。このアンプは一般的な 15V の電源電圧で動作し、静止バイアス電流は 500mA（代表値）ですが、これは調整可能です。

ADPA9007 は、ガリウムヒ素（GaAs）ベースの擬似格子整合型高電子移動度トランジスタ（pHEMT）のプロセスで製造されています。このアンプは、RoHS 準拠の 32ピン、5mm x 5mm、リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ、プリモールド・キャビティ [LFCSP_CAV] に収容されており、-40°C~+85°C での動作が仕様規定されています。

機能ブロック図

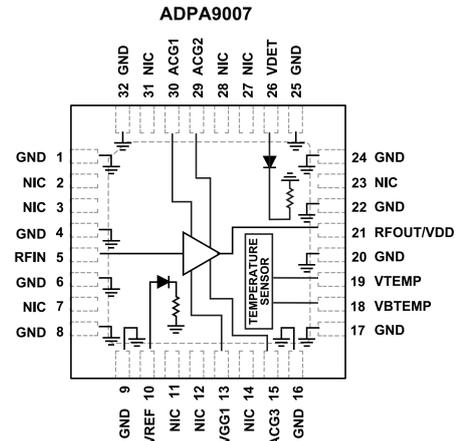


図 1. 機能ブロック図

目次

特長.....	1	インターフェイス回路図.....	8
アプリケーション.....	1	代表的な性能特性.....	9
概要.....	1	動作原理.....	22
機能ブロック図.....	1	アプリケーション情報.....	23
仕様.....	3	パワーアップ・シーケンス.....	23
周波数範囲：0.05GHz～2GHz.....	3	パワーダウン・シーケンス.....	23
周波数範囲：2GHz～16GHz.....	3	HMC980LP4EによるADPA9007のバイアシング.....	24
周波数範囲：16GHz～20GHz.....	4	アプリケーション回路のセットアップ.....	24
周波数範囲：20GHz～24GHz.....	4	ADPA9007のV _{GG1} に合わせたVGATEの制限.....	24
周波数範囲：24GHz～28GHz.....	5	HMC980LP4Eのバイアス・シーケンス.....	25
絶対最大定格.....	6	定ドレイン電流バイアシングと定ゲート電圧	
熱抵抗.....	6	バイアシングの関係.....	25
静電放電（ESD）定格.....	6	外形寸法.....	28
ESDに関する注意.....	6	オーダー・ガイド.....	28
ピン配置およびピン機能の説明.....	7	評価用ボード.....	28

改訂履歴

12/2023—Revision 0: Initial Version

仕様

周波数範囲：0.05GHz～2GHz

特に指定のない限り、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 、電源電圧 (V_{DD}) = 15V、静止ドレイン電流 (I_{DQ}) = 500mA です。ゲート電圧 (V_{GG1}) を $-1.5V \sim 0V$ の範囲で調整して、 $I_{DQ} = 500mA$ (代表値) を実現します。

表 1. 周波数範囲：0.05GHz～2GHz

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE		0.05		2	GHz
GAIN		11	13		dB
Flatness			± 1.05		dB
Variation over Temperature			0.02		dB/ $^{\circ}C$
NOISE FIGURE			10		dB
RETURN LOSS					
Input			14		dB
Output			15		dB
OUTPUT					
OP1dB		29	31		dBm
Saturated Output Power (P_{SAT})			34		dBm
OIP3	Output power (P_{OUT}) per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		43		dBm
OIP2	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		48		dBm
SUPPLY					
I_{DQ}	Adjust V_{GG1} to achieve $I_{DQ} = 500$ mA typical		500		mA
V_{DD}		10		15	V

周波数範囲：2GHz～16GHz

特に指定のない限り、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$ です。 V_{GG1} を $-1.5V \sim 0V$ の範囲で調整して、 $I_{DQ} = 500mA$ (代表値) を実現します。

表 2. 周波数範囲：2GHz～16GHz

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE		2		16	GHz
GAIN		10.5	12.5		dB
Flatness			± 0.26		dB
Variation over Temperature			0.016		dB/ $^{\circ}C$
NOISE FIGURE			4		dB
RETURN LOSS					
Input			13		dB
Output			15		dB
OUTPUT					
OP1dB		31	33		dBm
P_{SAT}			34		dBm
OIP3	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		45		dBm
OIP2	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		45		dBm
SUPPLY					
I_{DQ}	Adjust V_{GG1} to achieve $I_{DQ} = 500$ mA typical		500		mA
V_{DD}		10		15	V

仕様

周波数範囲：16GHz～20GHz

特に指定のない限り、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$ です。 V_{GG1} を $-1.5V \sim 0V$ の範囲で調整して、 $I_{DQ} = 500mA$ （代表値）を実現します。

表 3. 周波数範囲：16GHz～20GHz

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE		16		20	GHz
GAIN		10.5	12.5		dB
Flatness			± 0.1		dB
Variation over Temperature			0.002		dB/ $^{\circ}C$
NOISE FIGURE			3.5		dB
RETURN LOSS					
Input			14		dB
Output			17		dB
OUTPUT					
OP1dB		29	31		dBm
P_{SAT}			33.5		dBm
OIP3	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		43		dBm
OIP2	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		45		dBm
SUPPLY					
I_{DQ}	Adjust V_{GG1} to achieve $I_{DQ} = 500$ mA typical		500		mA
V_{DD}		10		15	V

周波数範囲：20GHz～24GHz

特に指定のない限り、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$ です。 V_{GG1} を $-1.5V \sim 0V$ の範囲で調整して、 $I_{DQ} = 500mA$ （代表値）を実現します。

表 4. 周波数範囲：20GHz～24GHz

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE		20		24	GHz
GAIN			12.5		dB
Flatness					dB
Variation over Temperature			0.008		dB/ $^{\circ}C$
NOISE FIGURE			4		dB
RETURN LOSS					
Input			12		dB
Output			13		dB
OUTPUT					
OP1dB			29		dBm
P_{SAT}			32		dBm
OIP3	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz spacing		43		dBm
SUPPLY					
I_{DQ}	Adjust V_{GG1} to achieve $I_{DQ} = 500$ mA typical		500		mA
V_{DD}		10		15	V

仕様

周波数範囲：24GHz～28GHz

特に指定のない限り、 $T_{CASE} = 25^{\circ}C$ 、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$ です。 V_{GG1} を $-1.5V \sim 0V$ の範囲で調整して、 $I_{DQ} = 500mA$ （代表値）を実現します。

表 5. 周波数範囲：24GHz～28GHz

Parameter	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
FREQUENCY RANGE		24		28	GHz
GAIN			12		dB
Flatness			± 1.05		dB
Variation over Temperature			0.017		
NOISE FIGURE			4.5		dB
RETURN LOSS					
Input			13		dB
Output			14		dB
OUTPUT					
OP1dB			27		dBm
P_{SAT}			31		dBm
OIP3	P_{OUT} per tone = 16 dBm with 1 MHz tone spacing		39		dBm
SUPPLY					
I_{DQ}	Adjust V_{GG1} to achieve $I_{DQ} = 500$ mA typical		500		mA
V_{DD}		10		15	V

絶対最大定格

表 6. 絶対最大定格

Parameter	Rating
V_{DD}	16.0 V
V_{GG1}	-2.0 V to 0 V
RF Input Power (RFIN)	29 dBm
Continuous Power Dissipation (P_{DISS}), $T_{CASE} = 85^{\circ}C$ (Derate 135 mW/ $^{\circ}C$ above $85^{\circ}C$)	12.2 W
Temperature	
Maximum Channel	175 $^{\circ}C$
Quiescent Channel ($T_{CASE} = 85^{\circ}C$, $V_{DD} = 15 V$), I_{DQ} = 500 mA, and Input Power (P_{IN}) = Off	140.5 $^{\circ}C$
Storage Range	-65 $^{\circ}C$ to +150 $^{\circ}C$
Operating Range	-40 $^{\circ}C$ to +85 $^{\circ}C$

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板 (PCB) の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には、細心の注意を払う必要があります。

θ_{JC} は接合部とケースの間 (チャンネルとデバイス裏面の露出金属グラウンド・パッドの間) の熱抵抗です。

表 7. 熱抵抗

Package Type	θ_{JC} ¹	Unit
CG-32-2	7.4	$^{\circ}C/W$

¹ θ_{JC} はシミュレーションから求めており、その際の条件として、熱の伝達はチャンネルからグラウンド・パッドを通して PCB に至る熱伝導のみによるものとしました。また、グラウンド・パッドは動作温度 $85^{\circ}C$ で一定に保たれているものとします。

静電放電 (ESD) 定格

以下の ESD 情報は、ESD に敏感なデバイスを取り扱うために示したのですが、対象は ESD 保護区域内だけに限られます。

ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠の人体モデル (HBM)。

ADPA9007 の ESD 定格

表 8. ADPA9007、32 ピン LFCSP_CAV

ESD Model	Withstand Threshold (V)	Class
HBM	± 250	1A

ESD に関する注意



ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。

電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明

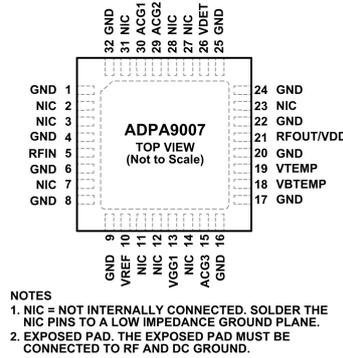


図 2. ピン配置

表 9. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1, 4, 6, 8, 9, 16, 17, 20, 22, 24, 25, 32	GND	グラウンド。GND ピンは、RF と DC グラウンドに接続する必要があります。インターフェイス回路図については、 図 3 を参照してください。
2, 3, 7, 11, 12, 14, 23, 27, 28, 31	NIC	内部接続なし。NIC ピンは、内部では接続されていません。しかし、記載したデータは全て、NIC ピンを外部で RF と DC グラウンドに接続して測定したものです。
5	RFIN	アンプの RF 入力。RFIN ピンは DC 結合され、50Ω に整合されています。インターフェイス回路図については、 図 4 を参照してください。
10	VREF	VDET RF 出力パワー測定値の温度補償用リファレンス・ダイオード電圧。VREF ピンの電圧 (V_{REF}) には、外付け直列抵抗を通じて DC バイアス電圧を印加する必要があります。インターフェイス回路図については、 図 5 を参照してください。
13	VGG1	アンプのゲート制御。 アプリケーション情報 のセクションに従って、バイパス・コンデンサを取り付けます。詳細については、 パワーアップ・シーケンス と パワーダウン・シーケンス を参照してください。インターフェイス回路図については、 図 6 を参照してください。
15	ACG3	低周波終端。 アプリケーション情報 のセクションに従って、バイパス・コンデンサを取り付けます。インターフェイス回路図については、 図 4 を参照してください。
18	VBTEMP	温度センサーのバイアス。内蔵温度センサーをバイアスするためのバイアス・ピン。インターフェイス回路図については、 図 7 を参照してください。
19	VTEMP	内蔵温度センサーの出力。インターフェイス回路図については、 図 7 を参照してください。
21	RFOUT/VDD	アンプの RF 出力。RFOUT/VDD ピンを DC バイアス (V_{DD}) ネットワークに接続して、ドレイン電流 (I_{DD}) を供給します。 アプリケーション情報 のセクションを参照してください。インターフェイス回路図については、 図 8 を参照してください。
26	VDET	RF 出力パワー測定用のディテクタ・ダイオード電圧。VDET ピンで検出するには、外付け直列抵抗を通じて DC バイアス電圧を印加する必要があります。VREF ピンと組み合わせて使用した場合、ディテクタ電圧との差分 ($V_{REF} - V_{DET}$) は RF 出力パワーに比例した温度補償済み DC 電圧になります。インターフェイス回路図については、 図 8 を参照してください。
29	ACG2	低周波終端。 アプリケーション情報 のセクションに従って、バイパス・コンデンサを取り付けます。インターフェイス回路図については、 図 8 を参照してください。
30	ACG1	低周波終端。 アプリケーション情報 のセクションに従って、バイパス・コンデンサを取り付けます。インターフェイス回路図については、 図 8 を参照してください。
	EPAD	露出パッド。露出パッドは RF と DC グラウンドに接続する必要があります。

ピン配置およびピン機能の説明

インターフェイス回路図



図 3. GND のインターフェイス回路図

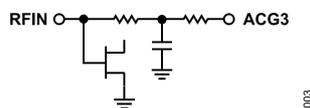


図 4. RFIN と ACG3 のインターフェイス回路図

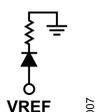


図 5. VREF のインターフェイス回路図

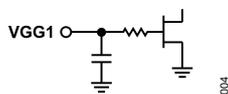


図 6. VGG1 のインターフェイス回路図

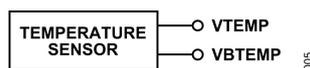


図 7. VTEMP および VBTEMP のインターフェイス回路図

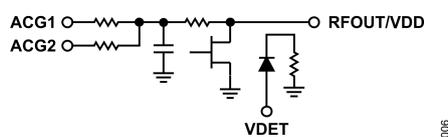


図 8. ACG1、ACG2、RFOUT/VDD、VDET のインターフェイス回路図

代表的な性能特性

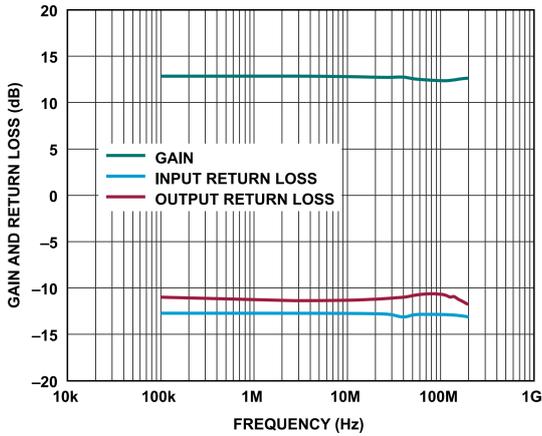


図 9. ゲインおよびリターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

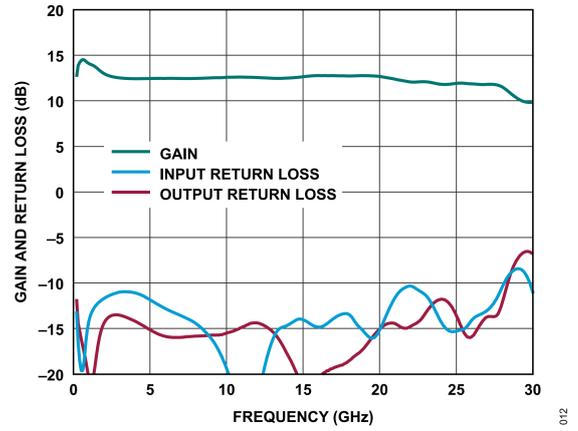


図 12. ゲインおよびリターン・ロスと周波数の関係、200MHz~30GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

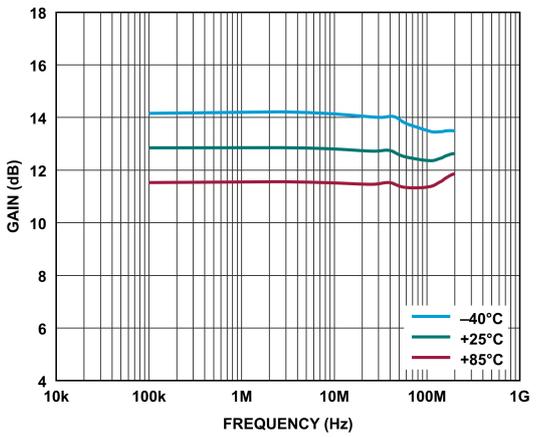


図 10. 様々な温度におけるゲインと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

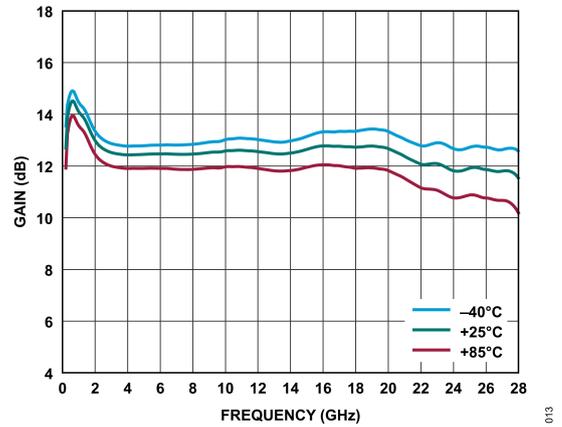


図 13. 様々な温度におけるゲインと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

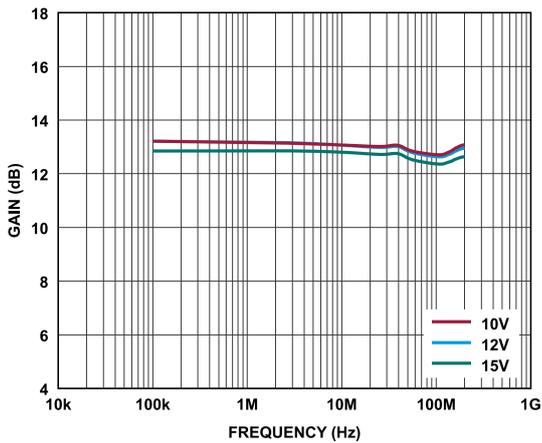


図 11. 様々な V_{DD} 値におけるゲインと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $I_{DQ} = 500mA$

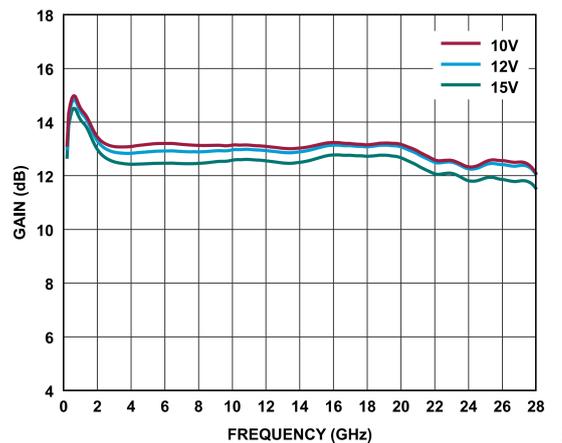


図 14. 様々な V_{DD} 値におけるゲインと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $I_{DQ} = 500mA$

代表的な性能特性

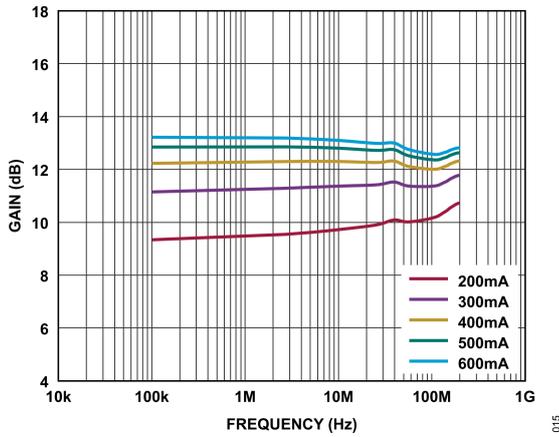


図 15. 様々な I_{DQ} 値におけるゲインと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$

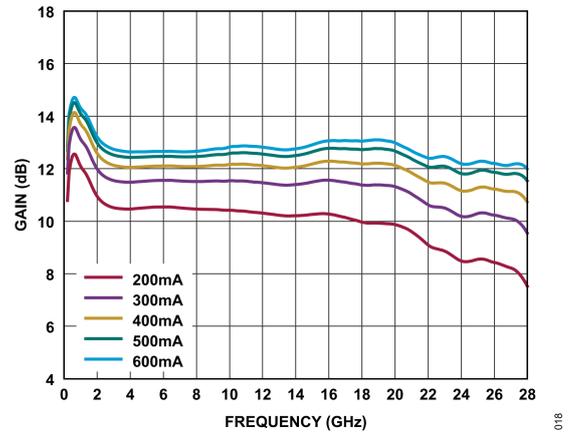


図 18. 様々な I_{DQ} 値におけるゲインと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$

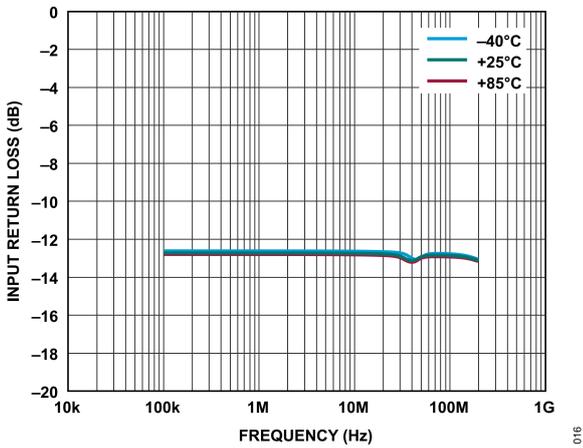


図 16. 様々な温度における入力リターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

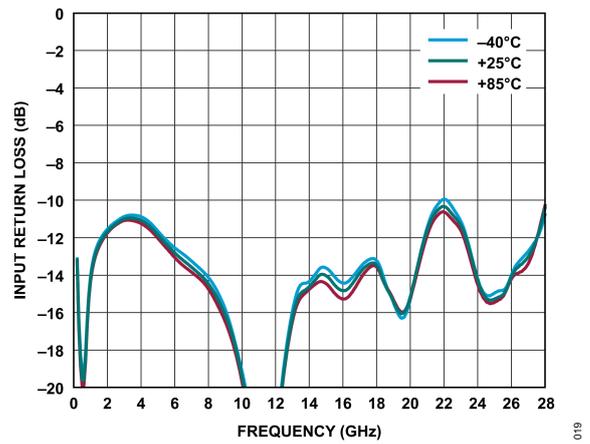


図 19. 様々な温度における入力リターン・ロスと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

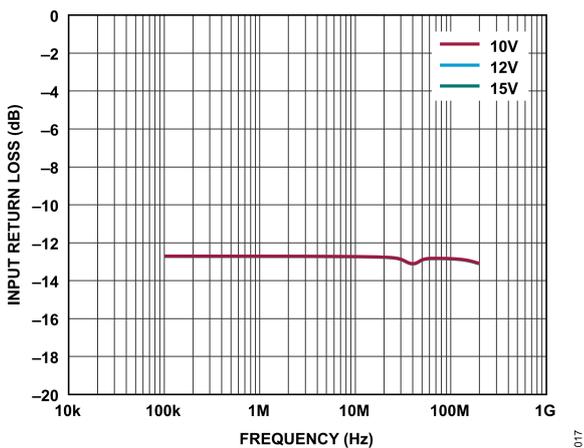


図 17. 様々な V_{DD} 値における入力リターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $I_{DQ} = 500mA$

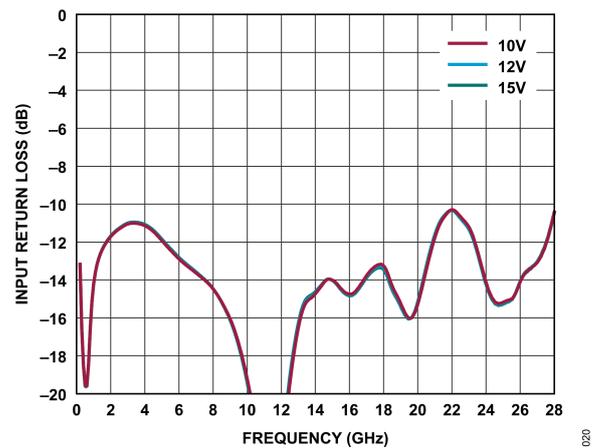


図 20. 様々な V_{DD} 値における入力リターン・ロスと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $I_{DQ} = 500mA$

代表的な性能特性

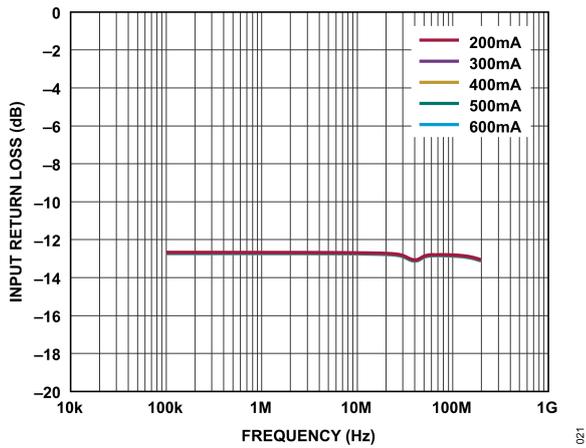


図 21. 様々な I_{DQ} 値における入力リターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$

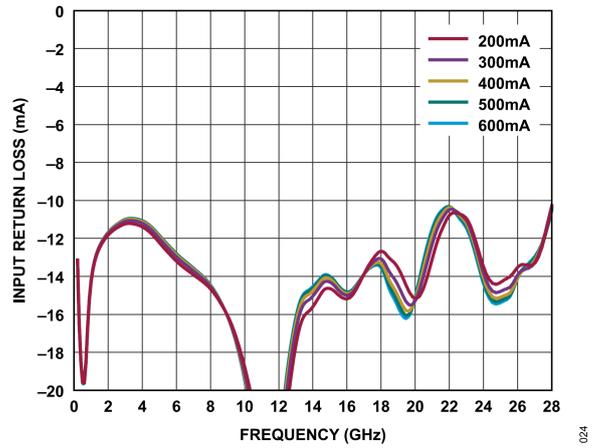


図 24. 様々な I_{DQ} 値における入力リターン・ロスと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$

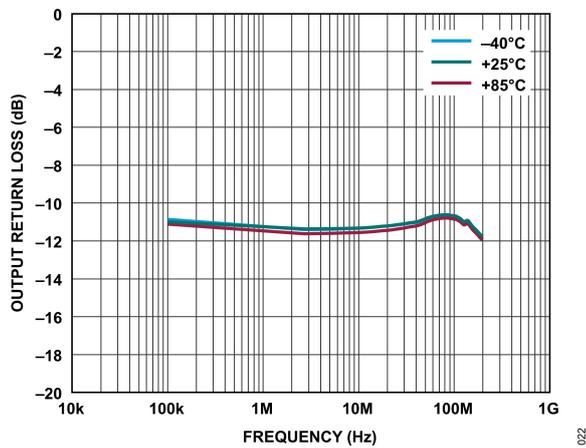


図 22. 様々な温度における出力リターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

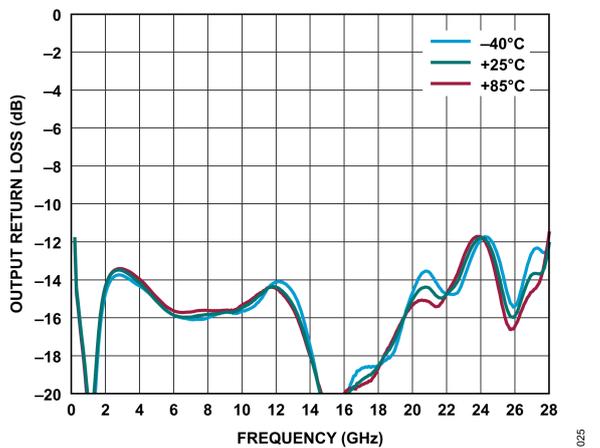


図 25. 様々な温度における出力リターン・ロスと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

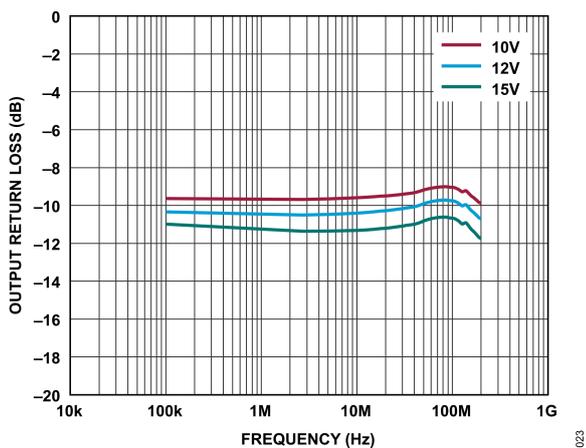


図 23. 様々な V_{DD} 値における出力リターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $I_{DQ} = 500mA$

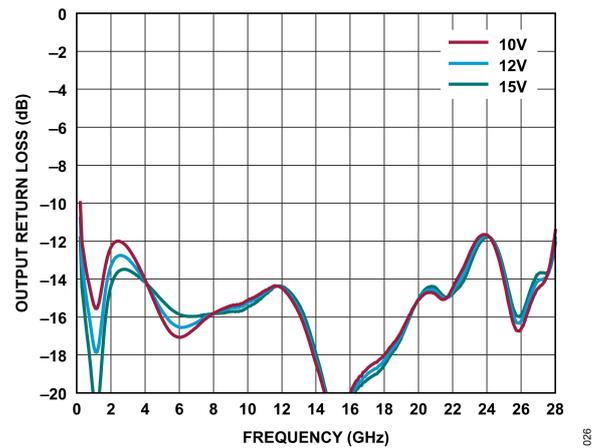


図 26. 様々な V_{DD} 値における出力リターン・ロスと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $I_{DQ} = 500mA$

代表的な性能特性

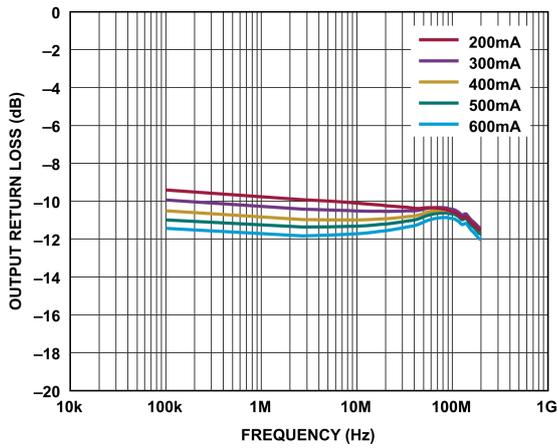


図 27. 様々な I_{DQ} 値における出力リターン・ロスと周波数の関係、100kHz~200MHz、 $V_{DD} = 15V$

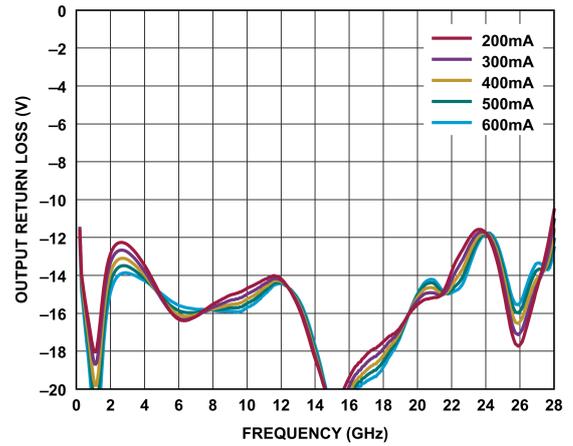


図 30. 様々な I_{DQ} 値における出力リターン・ロスと周波数の関係、200MHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$

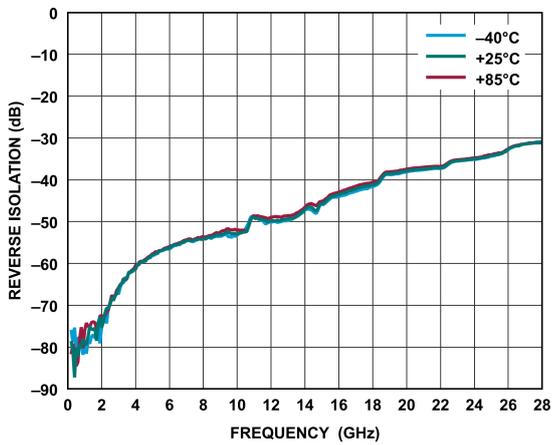


図 28. 様々な温度におけるリバース・アイソレーションと周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

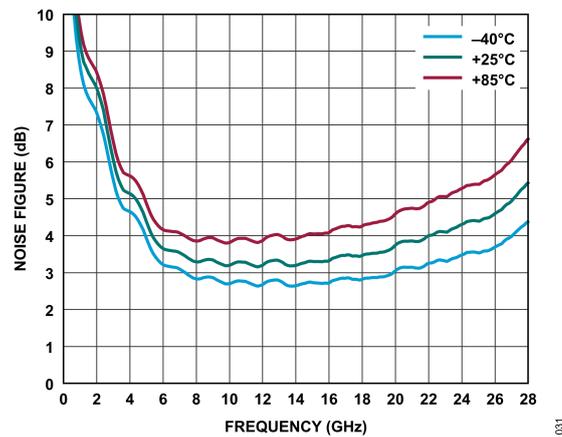


図 31. 様々な温度におけるノイズ指数と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

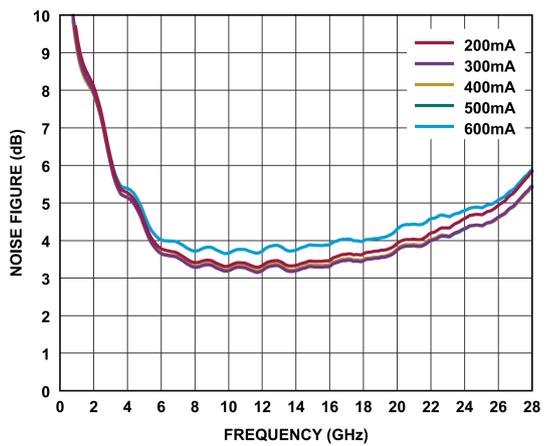


図 29. 様々な I_{DQ} 値におけるノイズ指数と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$

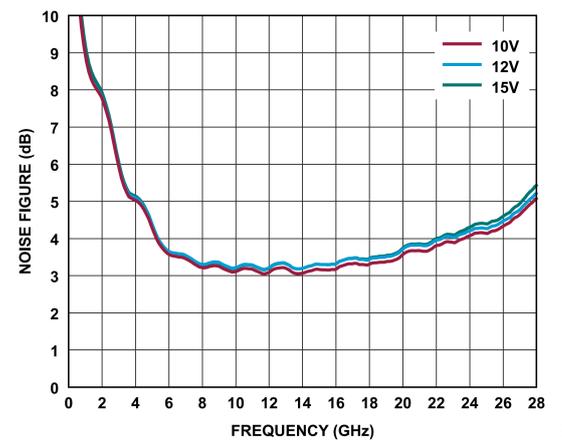


図 32. 様々な V_{DD} 値におけるノイズ指数と周波数の関係、 $I_{DQ} = 500mA$

代表的な性能特性

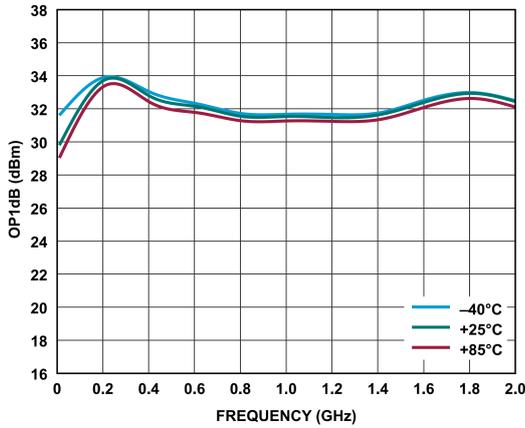


図 33. 様々な温度における OP1dB と周波数の関係、
10MHz~2GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

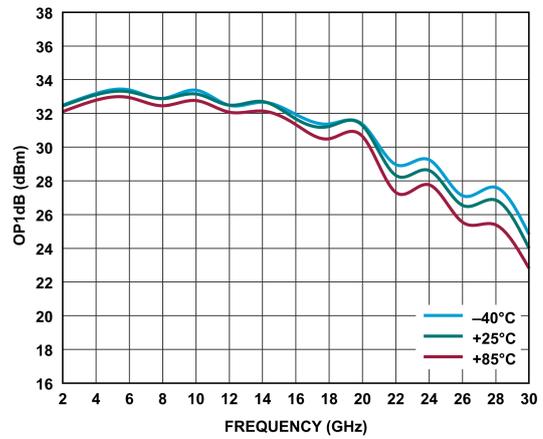


図 36. 様々な温度における OP1dB と周波数の関係、
2GHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

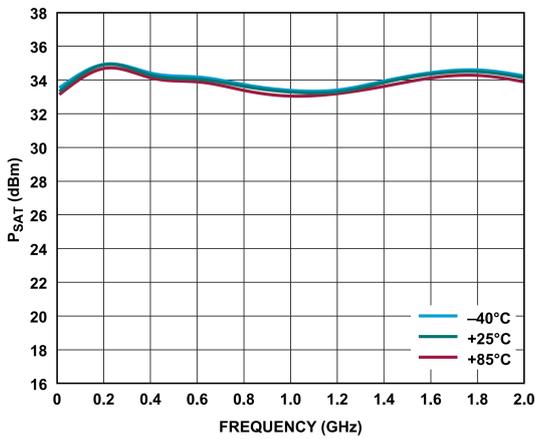


図 34. 様々な温度における PSAT と周波数の関係、
10MHz~2GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

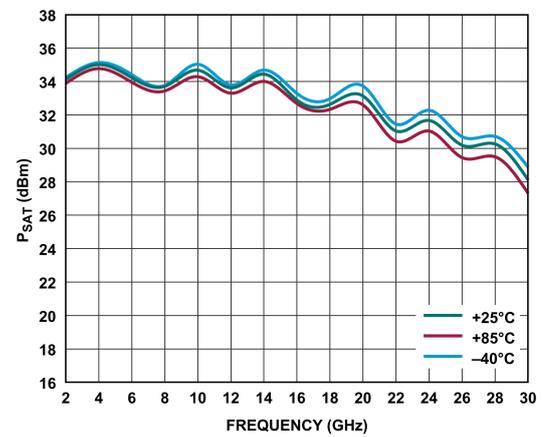


図 37. 様々な温度における PSAT と周波数の関係、
2GHz~28GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

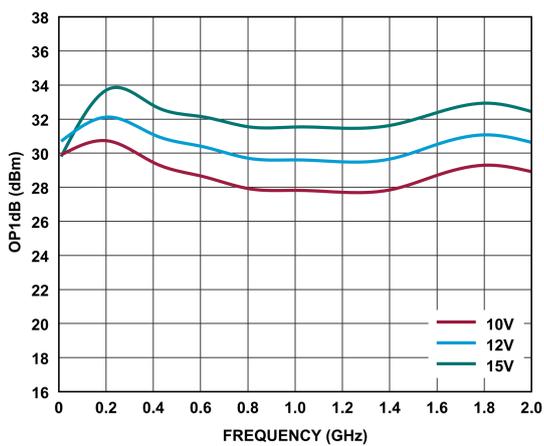


図 35. 様々な V_{DD} 値における OP1dB と周波数の関係、
10MHz~2GHz、 $I_{DQ} = 500mA$

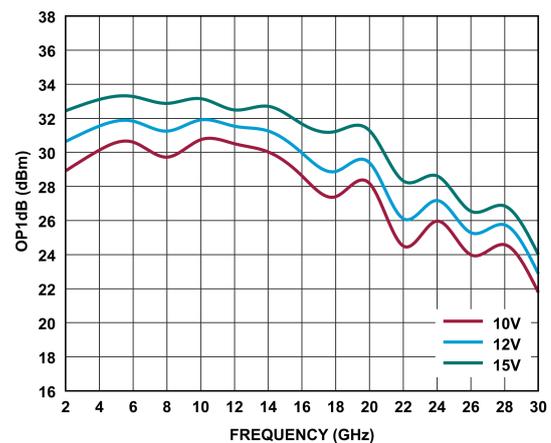


図 38. 様々な V_{DD} 値における OP1dB と周波数の関係、
2GHz~28GHz、 $I_{DQ} = 500mA$

代表的な性能特性

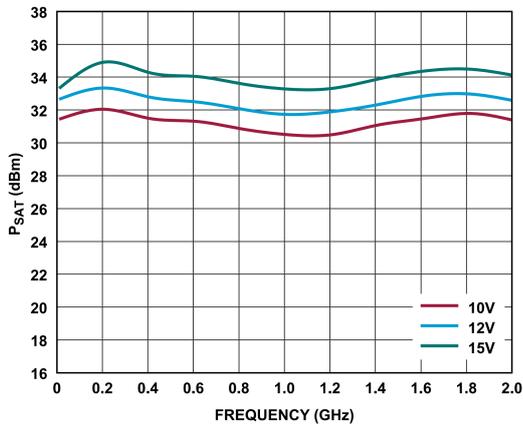


図 39. 様々な V_{DD} 値における P_{SAT} と周波数の関係、10MHz~2GHz、I_{DQ} = 500mA

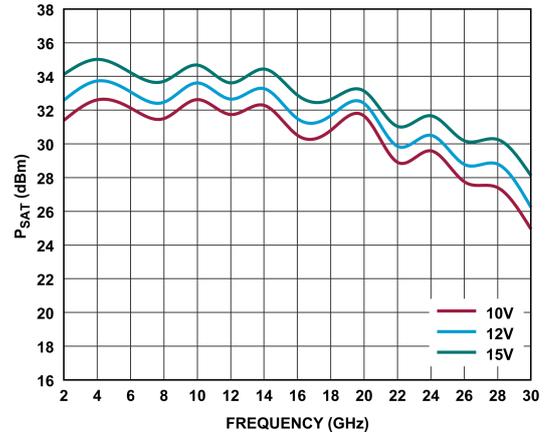


図 42. 様々な V_{DD} 値における P_{SAT} と周波数の関係、2GHz~28GHz、I_{DQ} = 500mA

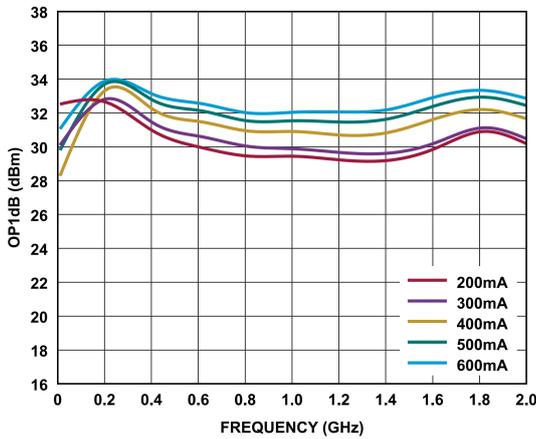


図 40. 様々な I_{DQ} 値における OP1dB と周波数の関係、10MHz~2GHz、V_{DD} = 15V

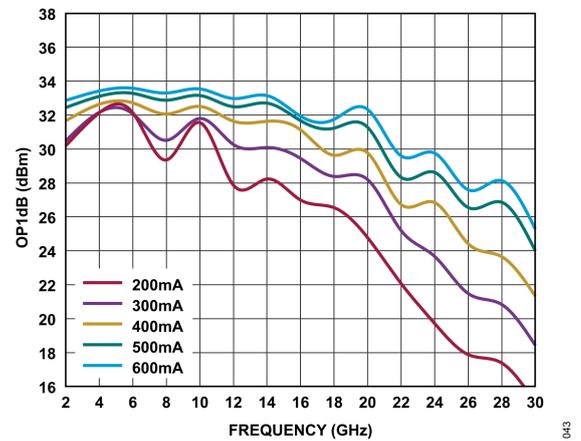


図 43. 様々な I_{DQ} 値における OP1dB と周波数の関係、2GHz~28GHz、V_{DD} = 15V

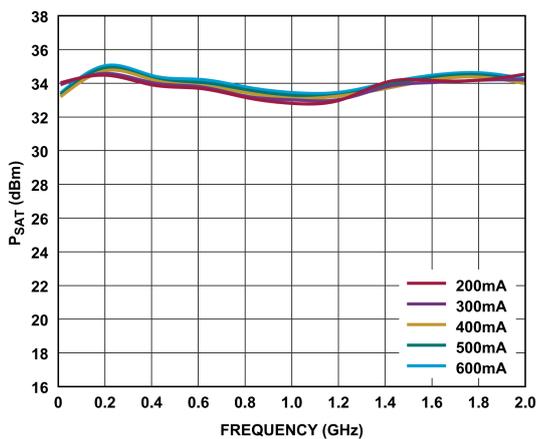


図 41. 様々な I_{DQ} 値における P_{SAT} と周波数の関係、10MHz~2GHz、V_{DD} = 15V

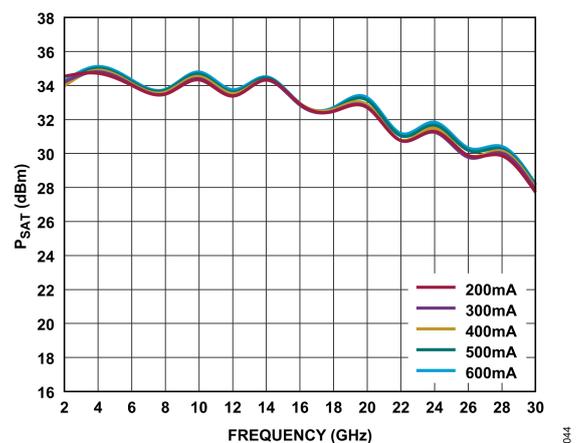


図 44. 様々な I_{DQ} 値における P_{SAT} と周波数の関係、2GHz~28GHz、V_{DD} = 15V

代表的な性能特性

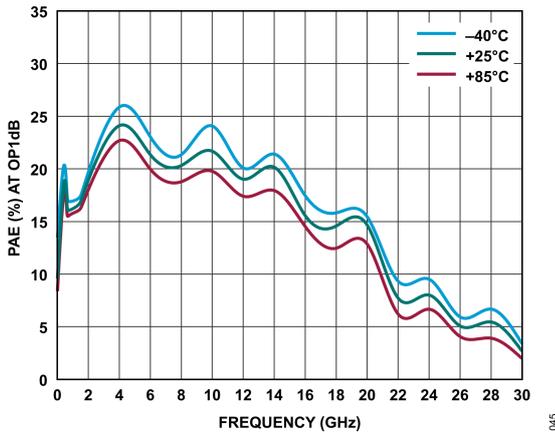


図 45. 様々な温度における OP1dB での電力付加効率 (PAE) と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

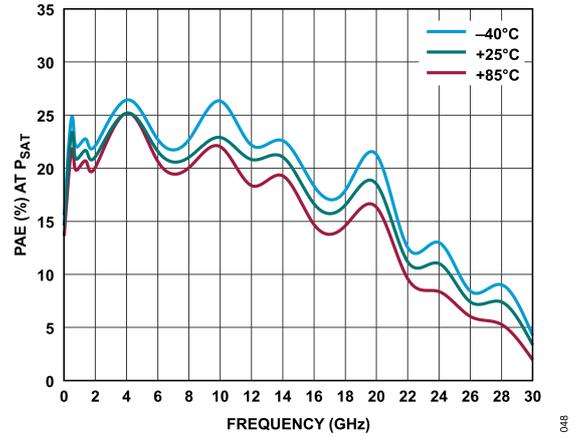


図 48. 様々な温度における P_{SAT} での PAE と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

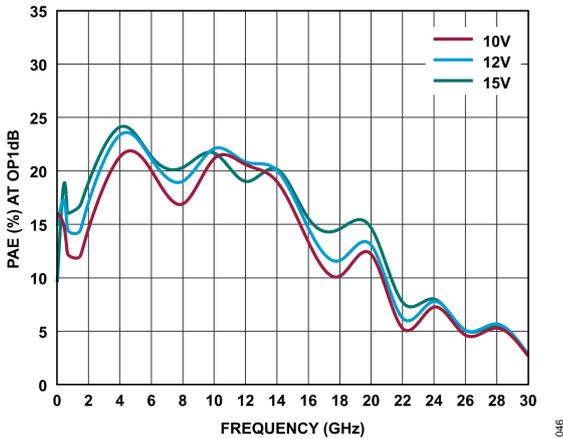


図 46. 様々な V_{DD} 値における OP1dB での PAE と周波数の関係、 $I_{DQ} = 500mA$

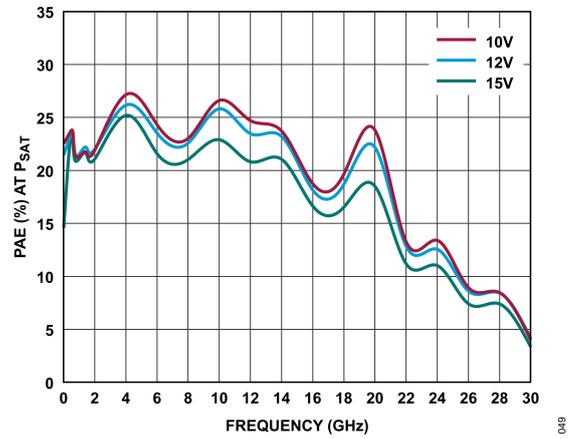


図 49. 様々な V_{DD} 値における P_{SAT} での PAE と周波数の関係、 $I_{DQ} = 500mA$

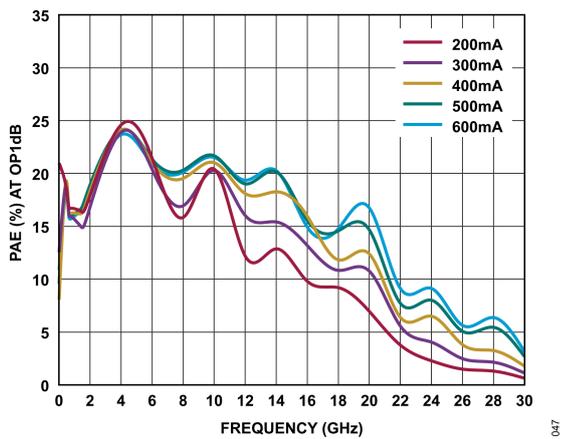


図 47. 様々な I_{DQ} 値における OP1dB での PAE と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$

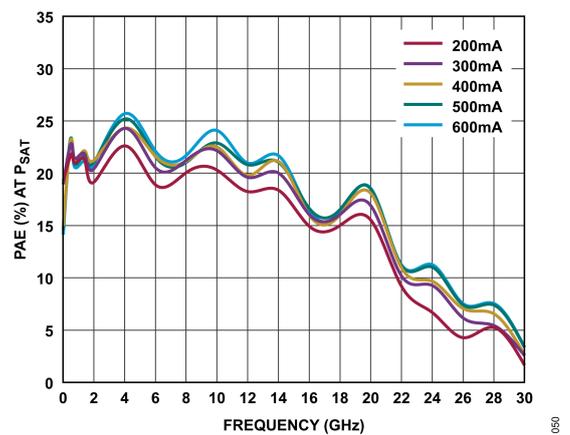


図 50. 様々な I_{DQ} 値における P_{SAT} での PAE と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$

代表的な性能特性

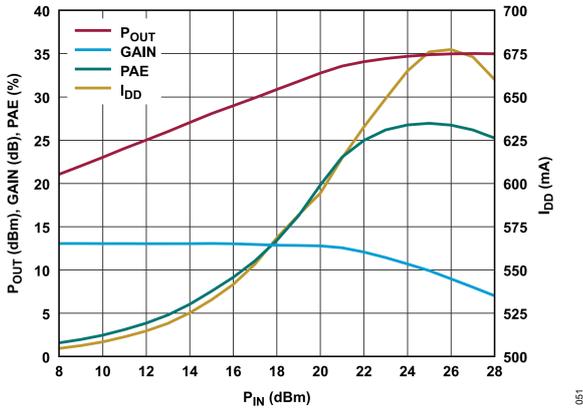


図 51. P_{OUT} 、ゲイン、PAE、 I_{DD} と P_{IN} の関係、
4GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

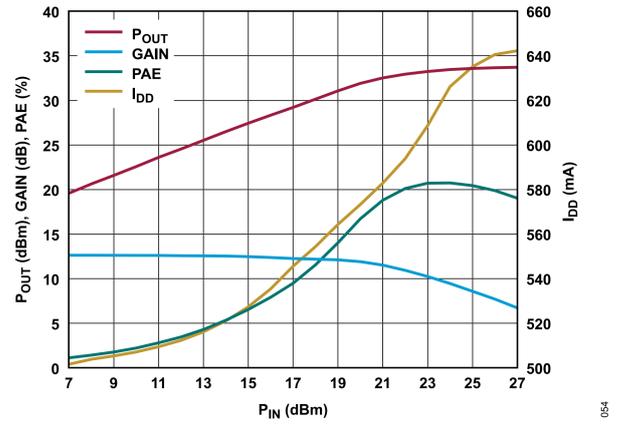


図 54. P_{OUT} 、ゲイン、PAE、 I_{DD} と P_{IN} の関係、
8GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

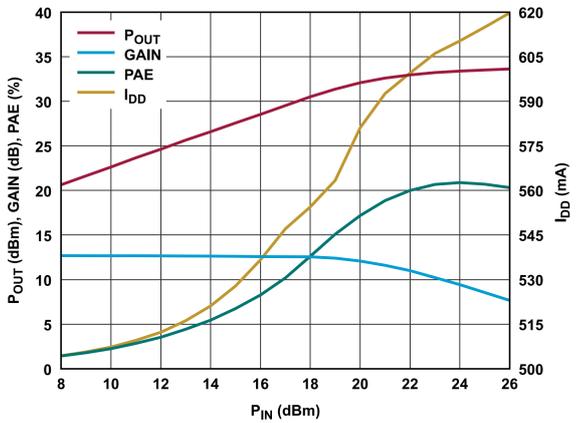


図 52. P_{OUT} 、ゲイン、PAE、 I_{DD} と P_{IN} の関係、
12GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

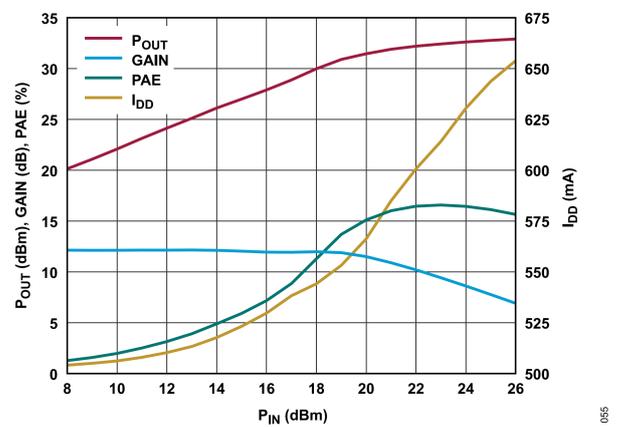


図 55. P_{OUT} 、ゲイン、PAE、 I_{DD} と P_{IN} の関係、
16GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

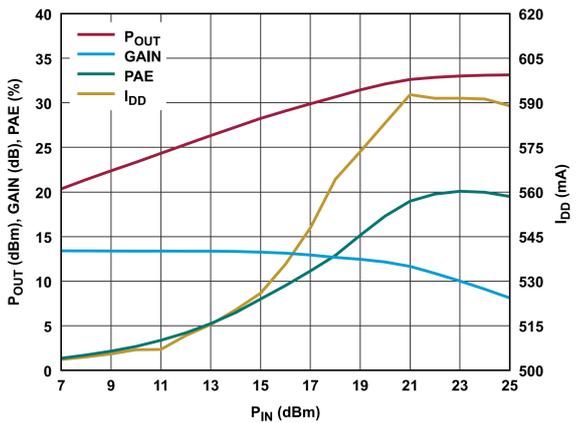


図 53. P_{OUT} 、ゲイン、PAE、 I_{DD} と P_{IN} の関係、
20GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

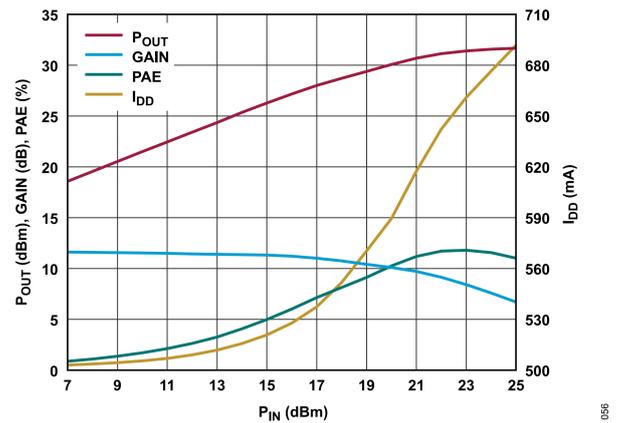


図 56. P_{OUT} 、ゲイン、PAE、 I_{DD} と P_{IN} の関係、
24GHz、 $V_{DD} = 15V$ 、 $I_{DQ} = 500mA$

代表的な性能特性

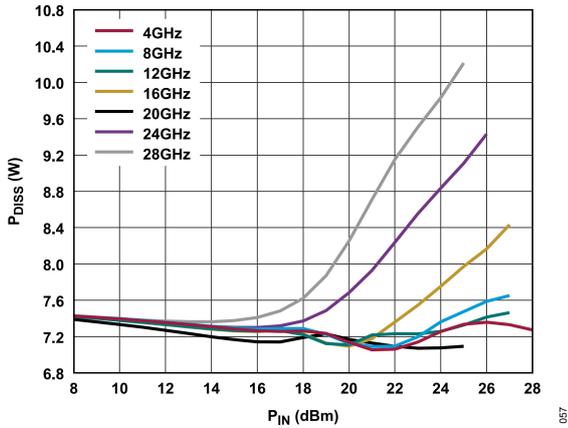


図 57. $T_A = 85^\circ\text{C}$ での様々な周波数における P_{DISS} と P_{IN} の関係、
 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$

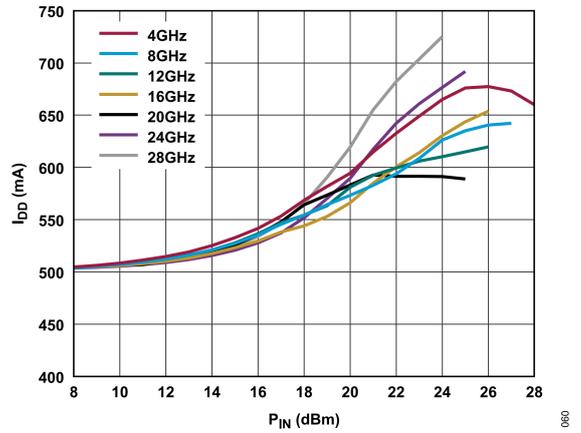


図 60. 様々な周波数における I_{DD} と P_{IN} の関係、
 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$

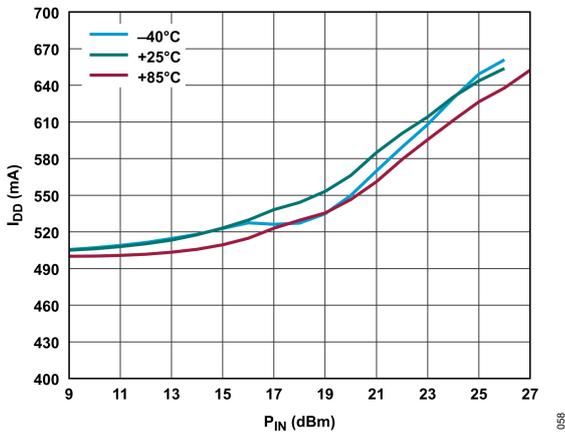


図 58. 様々な温度における I_{DD} と P_{IN} の関係、
16GHz、 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$

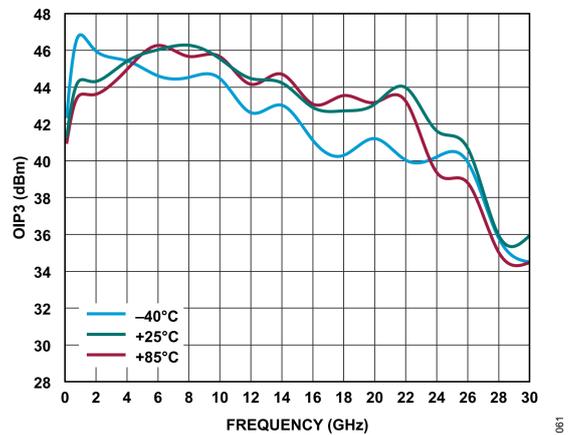


図 61. 様々な温度における OIP3 と周波数の関係、
トーンあたりの $P_{OUT} = 16\text{dBm}$ 、 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$

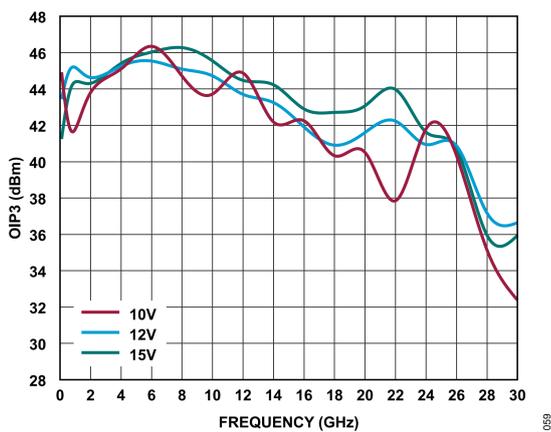


図 59. 様々な V_{DD} 値における OIP3 と周波数の関係、
トーンあたりの $P_{OUT} = 16\text{dBm}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$

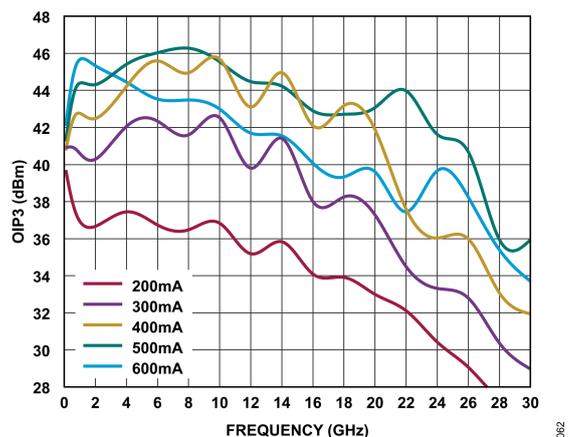


図 62. 様々な I_{DQ} 値における OIP3 と周波数の関係、
トーンあたりの $P_{OUT} = 16\text{dBm}$ 、 $V_{DD} = 15\text{V}$

代表的な性能特性

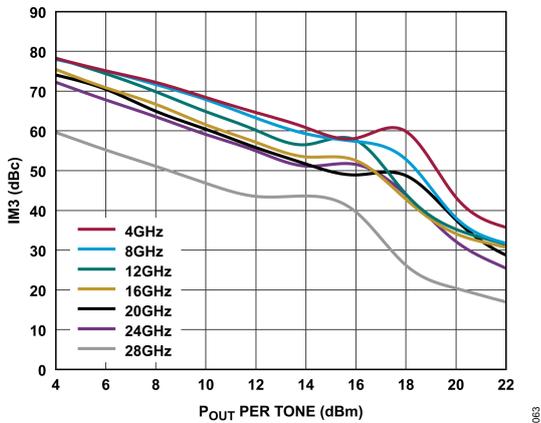


図 63. 様々な周波数における 3 次相互変調歪み (IM3) と トーンあたりの P_{OUT} の関係、V_{DD} = 10V、I_{DQ} = 500mA

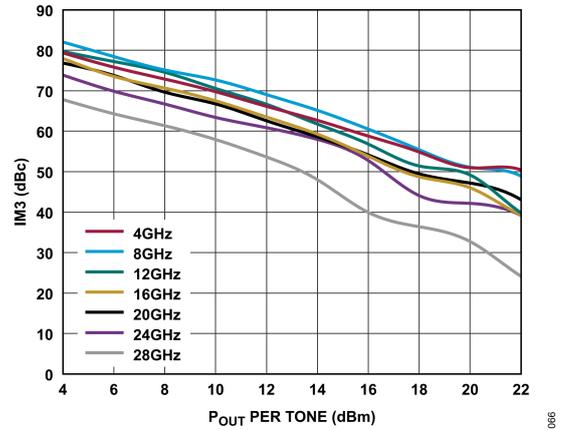


図 66. 様々な周波数における IM3 と トーンあたりの P_{OUT} の関係、V_{DD} = 15V、I_{DQ} = 500mA

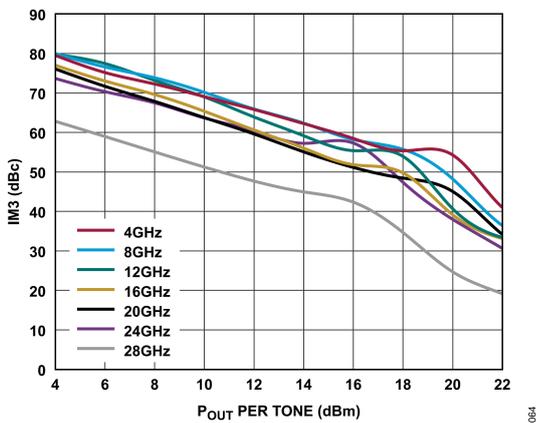


図 64. 様々な周波数における IM3 と トーンあたりの P_{OUT} の関係、V_{DD} = 12V、I_{DQ} = 500mA

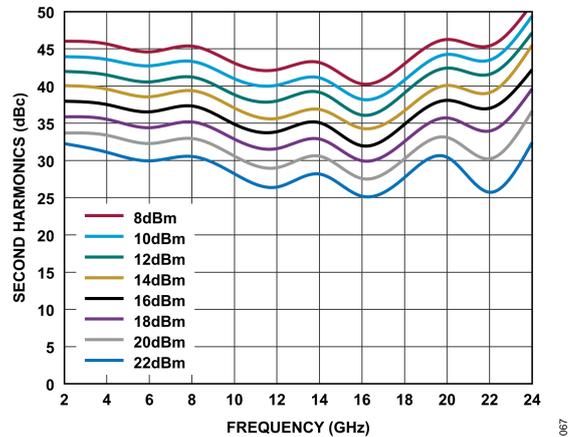


図 67. 様々な P_{OUT} 値における 2 次高調波と周波数の関係、V_{DD} = 15V、I_{DQ} = 500mA

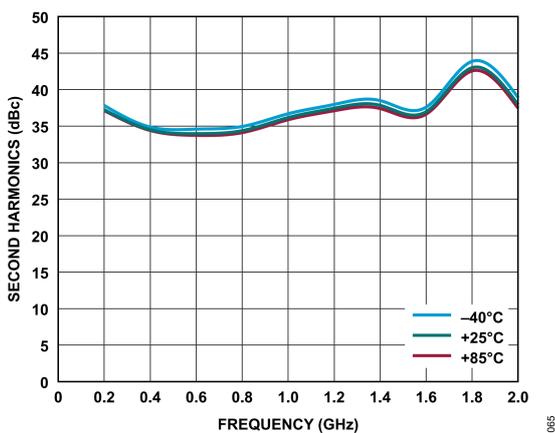


図 65. 様々な温度における低周波 2 次高調波と周波数の関係、V_{DD} = 15V、I_{DQ} = 500mA、P_{OUT} = 16dBm

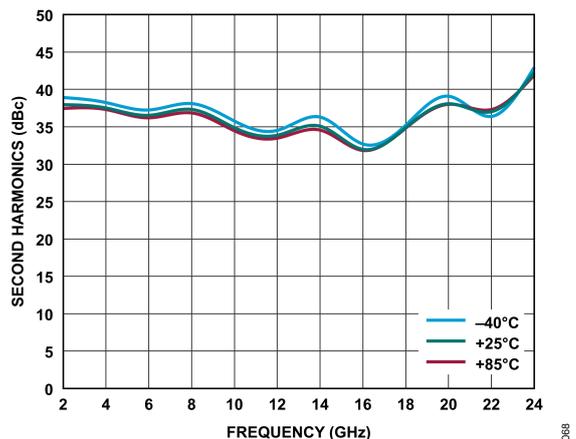


図 68. 様々な温度における 2 次高調波と周波数の関係、V_{DD} = 15V、I_{DQ} = 500mA、P_{OUT} = 16dBm

代表的な性能特性

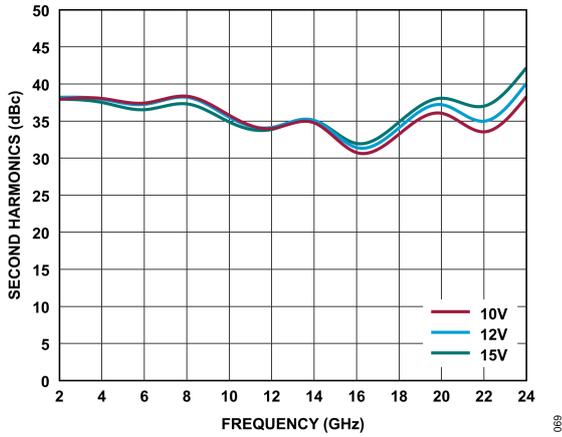


図 69. 様々な V_{DD} 値における 2 次高調波と周波数の関係、
 $I_{DQ} = 500\text{mA}$ 、 $P_{OUT} = 16\text{dBm}$

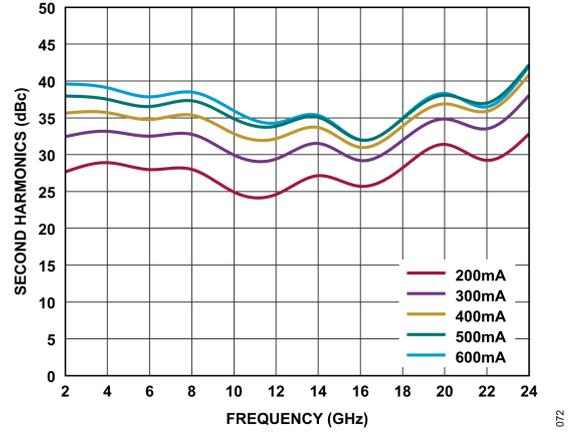


図 72. 様々な I_{DQ} 値における 2 次高調波と周波数の関係、
 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $P_{OUT} = 16\text{dBm}$

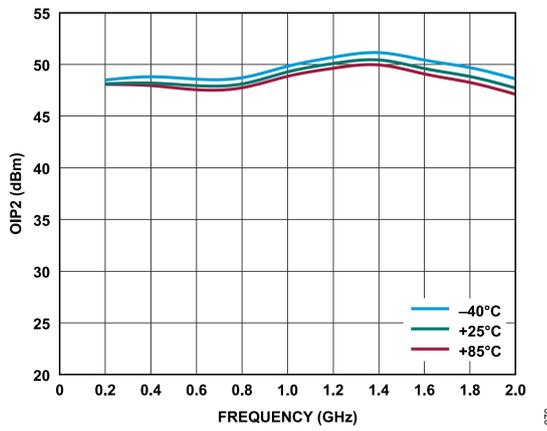


図 70. 様々な温度における低周波 OIP2 と周波数の関係、
 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$ 、 $P_{OUT} = 16\text{dBm}$

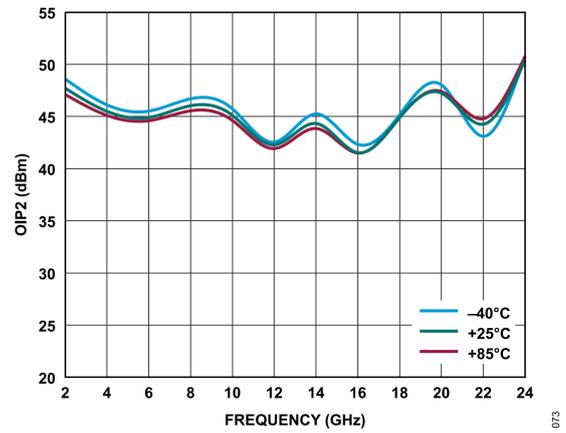


図 73. 様々な温度における OIP2 と周波数の関係、
 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $I_{DQ} = 500\text{mA}$ 、 $P_{OUT} = 16\text{dBm}$

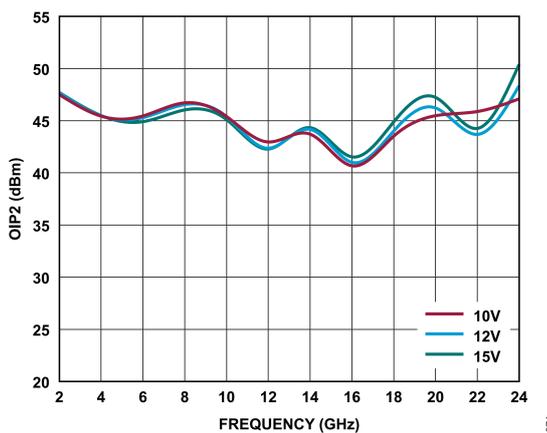


図 71. 様々な V_{DD} 値における OIP2 と周波数の関係、
 $I_{DQ} = 500\text{mA}$ 、 $P_{OUT} = 16\text{dBm}$

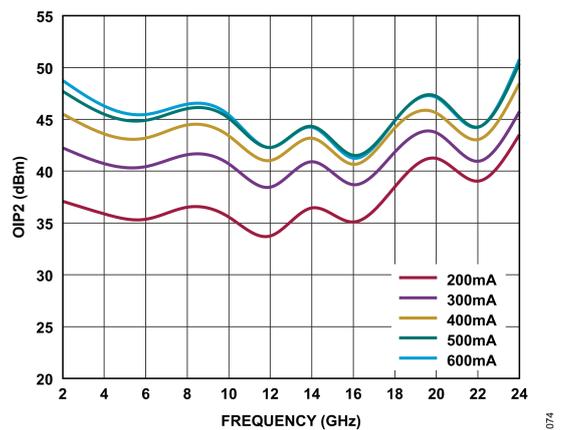


図 74. 様々な I_{DQ} 値における OIP2 と周波数の関係、
 $V_{DD} = 15\text{V}$ 、 $P_{OUT} = 16\text{dBm}$

代表的な性能特性

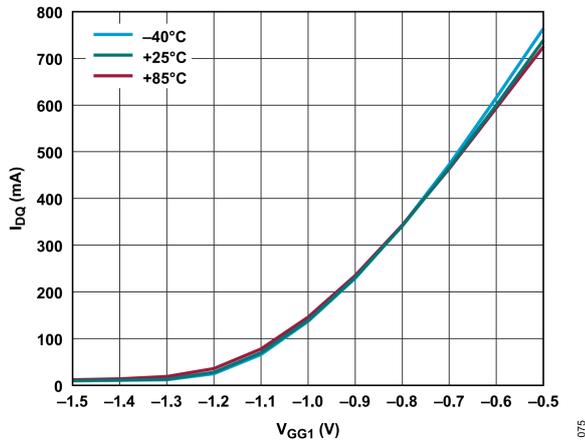


図 75. 様々な温度における I_{DQ} と V_{GG1} の関係、 $V_{DD} = 15V$

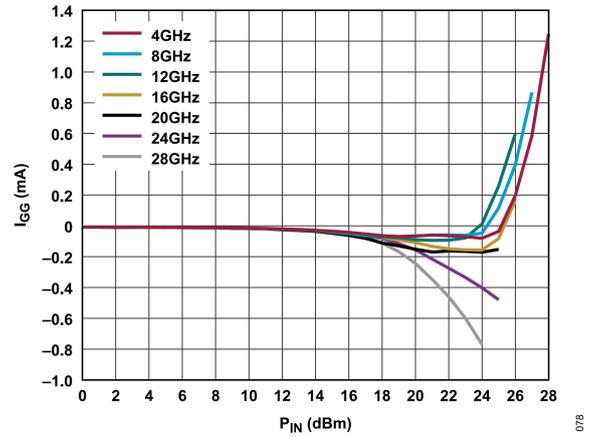


図 78. 様々な周波数における I_{GG} と P_{IN} の関係、 $V_{DD} = 15V$

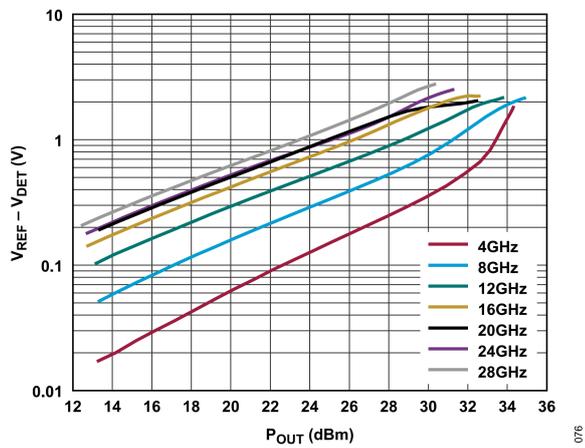


図 76. 様々な周波数における
ディテクタ電圧 ($V_{REF} - V_{DET}$) と P_{OUT} の関係

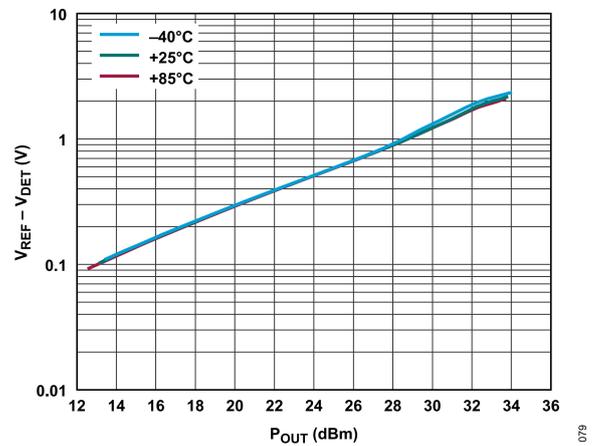


図 79. 12GHz での様々な温度における $V_{REF} - V_{DET}$ と P_{OUT} の関係

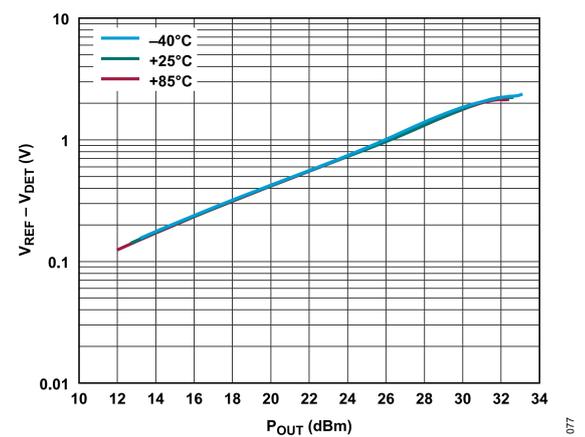


図 77. 16GHz での様々な温度における $V_{REF} - V_{DET}$ と P_{OUT} の関係

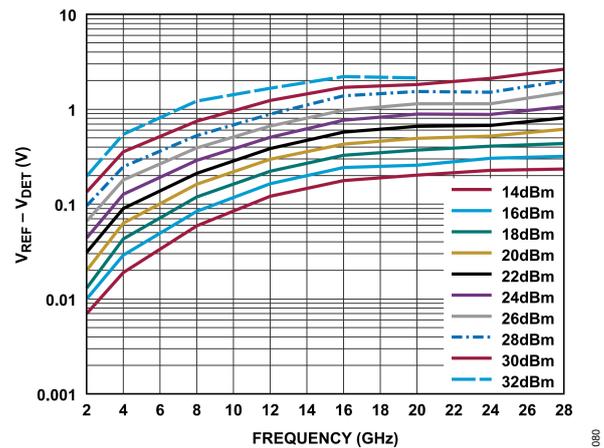


図 80. 様々な P_{OUT} 値における $V_{REF} - V_{DET}$ と周波数の関係

代表的な性能特性

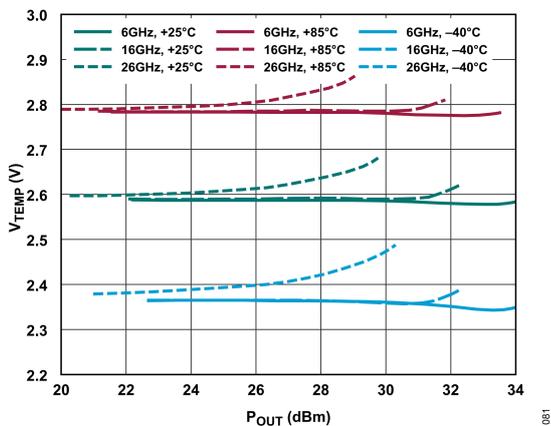


図 81. 様々な周波数および温度における温度センサー電圧 (V_{TEMP}) と P_{OUT} の関係、V_{DD} = 15V、I_{DQ} = 500mA

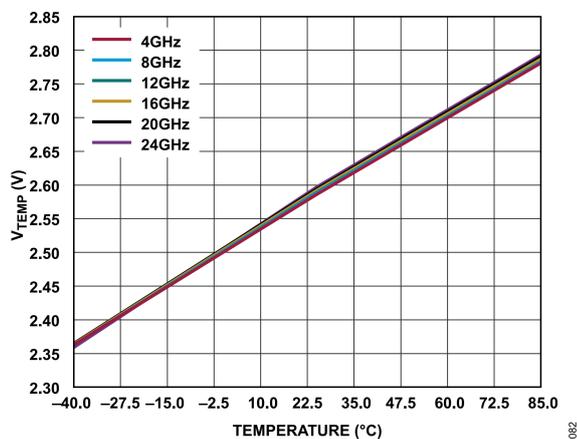


図 82. 様々な周波数における V_{TEMP} と温度の関係、P_{OUT} = 28dBm、V_{DD} = 15V、I_{DQ} = 500mA

動作原理

ADPA9007は、広帯域分布型でGaAsベースのpHEMTを使用した中電力パワー・アンプです。簡略化したブロック図を図83に示します。ドレイン電流はVGG1ピンに印加する負電圧で設定します。ゲート・ピンVGG1を駆動するのは、 $-1.5\text{V}\sim 0\text{V}$ の範囲の負電圧です。500mAの I_{DQ} には、一般に -0.7V のゲート・バイアス電圧が必要です。ドレイン・バイアス電圧は、広帯域バイアス・テーまたは外部バイアス・ネットワークを経由し、RFOUT/VDDピンを通じて印加します。

RF出力信号の一部は、RF出力パワー検出用のダイオードに方向性結合されます。このダイオードにDCバイアスを加えると、RFパワーが整流されるため、VDETピンではRFパワーをDC電圧として測定に利用できるようになります。VDETピンの温度補償を可能にするために、同一の回路（RF結合電源なし）がVREFピンを介して利用可能です。VREF-VDETの差分を使うと、RF出力パワーに比例した温度補償済み信号が得られます。

ADPA9007には温度センサーが内蔵されています。この温度センサーはVBTEMPピンを使用してバイアスされ、デバイスの温度に比例した電圧がVTEMPピンで利用できます。

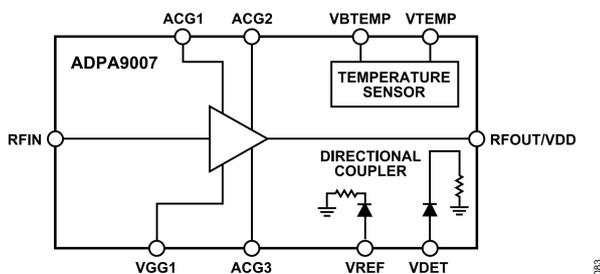


図 83. ADPA9007 のアーキテクチャ

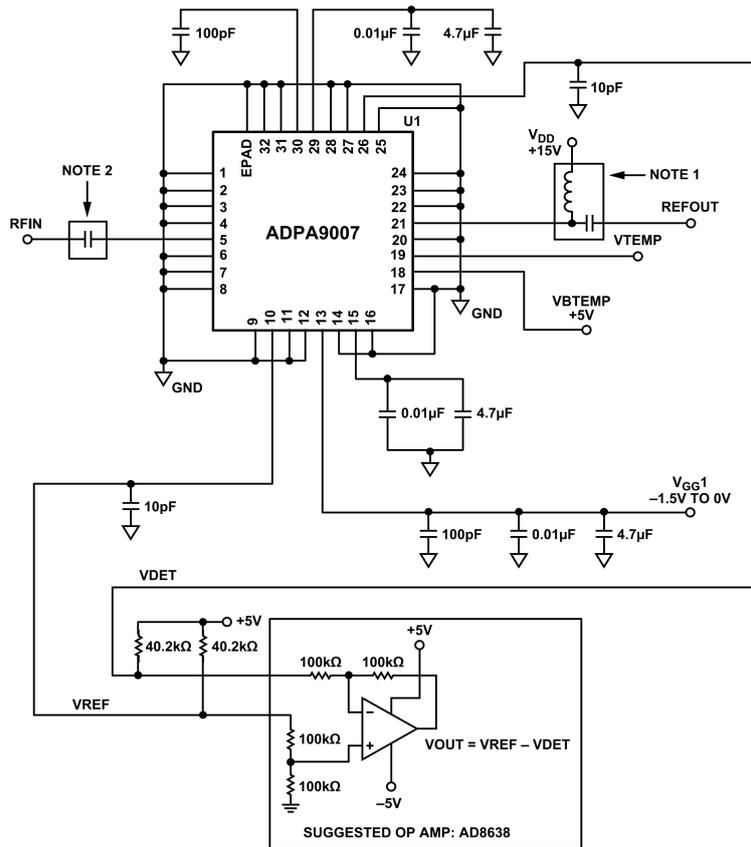
アプリケーション情報

ADPA9007 を動作させるための基本的な接続方法を図 84 に示します。RFIN と RFOUT/VDD のピンには、外付けの AC 結合コンデンサが必要です。RFOUT/VDD ピンには、バイアス・ティーを介してドレイン・バイアスを印加します。公称ドレイン・バイアスは 15V です。VGG1 ピンには負のゲート電流を印加します。およそ -0.7V の VGG1 で、ドレイン電流を 500mA に設定します。

VDET と VREF のピンは、内部回路をバイアスする 40.2kΩ のバイアシング抵抗を介して 5V に接続します。図 84 にはオプションとしてオペアンプによる差動アンプ回路が示されており、これを使用して VREF から VDET を減算することにより、RF 出力パワーに比例した温度補償済みの電圧が得られます。

オペアンプ回路を除いた図 84 に示す構成を使用して、デバイスの特性評価を行いました。VDET と VREF は、40.2kΩ のバイアシング抵抗を 2 つ取り付けただけで、それぞれのピンで測定しました。

オペアンプ回路を除いた図 84 に示す構成を使用して、デバイスの特性評価を行いました。VDET と VREF は、40.2kΩ のバイアシング抵抗を 2 つ取り付けただけで、それぞれのピンで測定しました。



NOTES
 1. DRAIN BIAS, (V_{DD}), MUST BE APPLIED THROUGH A BROADBAND BIAS TEE OR EXTERNAL BIAS NETWORK.
 2. EXTERNAL DC BLOCK REQUIRED AT RF INPUT.

図 84. 基本的な接続方法

パワーアップ・シーケンス

以下のパワーアップ・シーケンスを推奨します。

1. GND をグラウンドに接続します。
2. VGG1 を -1.5V に設定します。
3. RFOUT/VDD を 15V に設定します。
4. I_{DQ} = 500mA になるように VGG1 を上昇させます。
5. RF 信号を印加します。

希望するゲート電圧が決まっている場合は、ステップ 2 で VGG1 をそのまま設定し、ステップ 4 を省きます。

パワーダウン・シーケンス

以下のパワーダウン・シーケンスを推奨します。

1. RF 信号をオフにします。
2. VGG1 を -1.5V まで下げて、I_{DQ} を 0mA にします。
3. VDD を 0V まで下げます。
4. VGG1 を 0V まで上げます。

HMC980LP4E による ADPA9007 のバイアシング

HMC980LP4E は、ADPA9007 のようなデプレッション型アンプのバイアス条件を満たすように設計されたアクティブ・バイアス・コントローラです。このコントローラは、温度やデバイスの個体差に対しても定ドレイン電流バイアシングを実現し、ゲートとドレインの電圧を適切にシーケンスして、アンプの安全な動作を確実にします。HMC980LP4E は、回路の短絡が発生した場合の自己保護機能も備えています。ADPA9007 のゲートに必要な負電圧は内蔵チャージ・ポンプが生成しますが、外部の負電圧源を使用するという選択肢もあります。HMC980LP4E は、HMC980-Die としてダイ形態でも提供されています。

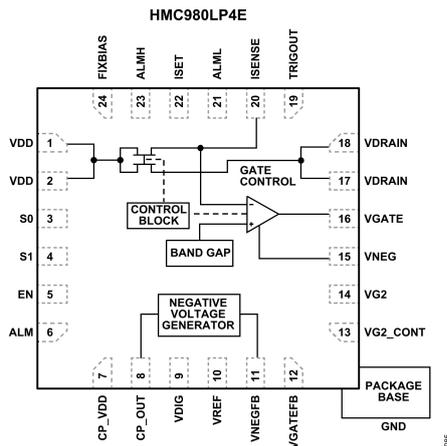


図 85. HMC980LP4E アクティブ・バイアス・コントローラ

アプリケーション回路のセットアップ

図 86 に、HMC980LP4E を使用して ADPA9007 を制御するアプリケーション回路を示します。VNEG 用に外部負電圧源を使用する場合は、図 87 に示すアプリケーション回路を参照してください。

図 86 に示すアプリケーション回路の場合、ADPA9007 のドレイン電圧 (VDRain) とドレイン電流 (IDRAIN) は次式に基づいて設定します。

$$V_{DD} = V_{DRAIN} + (I_{DRAIN} \times 1.55 \Omega) \tag{1}$$

$$V_{DD} = 15 V + (0.6 A \times 1.55 \Omega) = 15.93 V \tag{2}$$

ここで、

V_{DD} と V_{DRAIN} の値の単位はボルトです。

I_{DRAIN} の値の単位はアンペアです。

$$R10 = (150 \Omega \times A) / (I_{DRAIN}) \tag{3}$$

$$R10 = (150 \Omega \times A) / (0.6 A) = 250 \Omega \tag{4}$$

ここで、

$R10$ の単位はオームです。

I_{DRAIN} の単位はアンペアです。

ある程度大きい信号出力パワーを得るには、十分なドレイン電流がデバイスで利用できるような必要があります。必要なドレイン電流は、図 51 ~ 図 56 に示す特性から推定可能です。一例として、定ゲート電圧モードで 16GHz、 $I_{DQ} = 500mA$ の場合、図 55 に示すように、 I_{DD} は P1dB において約 600mA まで増加します。同様の P1dB 性能を定ドレイン電流モードで得るには、デバイスで 600mA が利用できるような、定ドレイン電流を 500mA より高く設定する必要があります。このことは図 95 から分かります。そうせずに、定ドレイン電流を 500mA に設定すると、大信号ではデバイスで 600mA が利用できなくなり、P1dB が低下することになります。

ADPA9007 の VGG1 に合わせた VGATE の制限

HMC980LP4E を使用して ADPA9007 を制御する場合は、最小ゲート電圧を約 -1.5V に設定する必要があります。この最小ゲート電圧を設定するには、抵抗 R15 と抵抗 R16 を図 86 および図 87 に示す値に設定します。抵抗 R15 と抵抗 R16 に関する詳細と計算方法については、アプリケーション・ノート AN-1363 「Meeting Biasing Requirements of Externally Biased RF/Microwave Amplifiers with Active Bias Controllers」を参照してください。

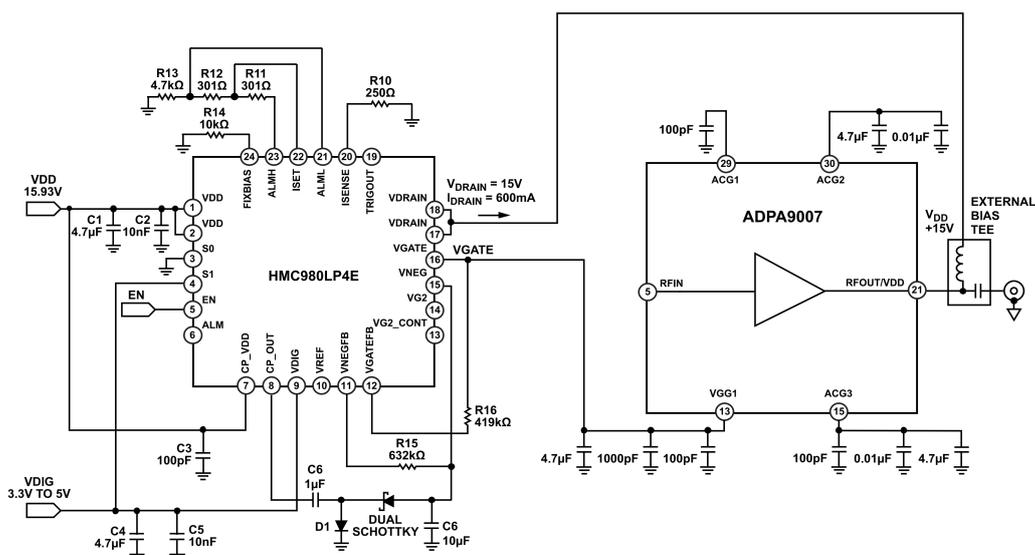


図 86. HMC980LP4E を ADPA9007 と併用したアプリケーション回路 (内部負電圧源)

HMC980LP4E による ADPA9007 のバイアシング

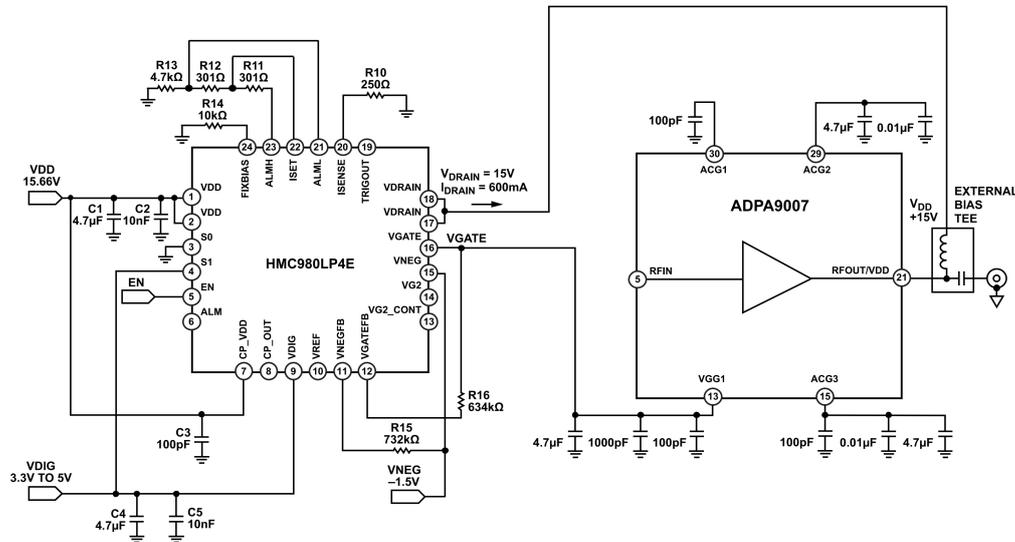


図 87. HMC980LP4E を ADPA9007 と併用したアプリケーション回路（外部負電圧源）

HMC980LP4E のバイアス・シーケンス

このセクションで説明する DC 電源シーケンスは、HMC980LP4E の損傷を避けるために必要となるもので、このデバイスを使用して ADPA9007 を制御する場合に適用します。

パワーアップ・シーケンス

HMC980LP4E のパワーアップ・シーケンスは次のとおりです。

1. VDIG ピンを 3.3V に設定します。
2. S0 ピンを 3.3V に設定します。
3. VDD ピンを 15.51V に設定します。
4. VNEG ピンを -1.5V に設定します（このステップは、内部生成電圧を使用する場合には不要です）。
5. EN ピンを 3.3V に設定します（0V から 3.3V に遷移すると、VGATE ピンと VDRAIN ピンがオンになります）。

パワーダウン・シーケンス

HMC980LP4E のパワーダウン・シーケンスは次のとおりです。

1. EN ピンを 0V に設定します（3.3V から 0V に遷移すると、VDRAIN ピンと VGATE ピンがオフになります）。
2. VNEG ピンを 0V に設定します（このステップは、内部生成電圧を使用する場合には不要です）。
3. VDD ピンを 0V に設定します。
4. S0 ピンを 0V に設定します。
5. VDIG ピンを 0V に設定します。

HMC980LP4E でバイアス制御回路のセットアップが完了したら、EN ピンに 3.3V または 0V をそれぞれ印加することにより、ADPA9007 へのバイアスをオンまたはオフに切り替えます。EN ピンを +3.3V にすると、VGATE ピンが -1.5V まで低下し、VDRAIN ピンが +15V でオンになります。その後、IDRAIN が 600mA になるまで VGATE ピンが上昇し、閉制御ループによって IDRAIN を 600mA に安定化させます。EN ピンを 0V にすると、VGATE ピンが -1.5V に設定され、VDRAIN ピンが 0V に設定されます。

定ドレイン電流バイアシングと定ゲート電圧バイアシングの関係

HMC980LP4E は、閉ループ・フィードバックを使用して連続的に VGATE ピンを調整し、DC 電源の変動、温度、デバイスの個体差に対しても定ドレイン電流バイアスを維持します。更に、定ドレイン電流バイアシングは、キャリブレーション手順に要する時間を短縮し、かつ安定した性能を常に維持する方法として最適です。

定ドレイン電流バイアシングの OP1dB 性能を高めるには、図 89 に示すように設定ポイント電流を増やします。定ドレイン電流動作時に設定ポイント電流を増やす限界は、表 6 に示す温度制限および最大消費電力仕様によって規定されます。IDD を増やすと消費電力が増加しますが、実際の OP1dB が無制限に増え続けるわけではありません。したがって、定ドレイン電流バイアシングを使用する場合は、消費電力と OP1dB 性能の関係を考慮する必要があります。

HMC980LP4E による ADPA9007 のバイアシング

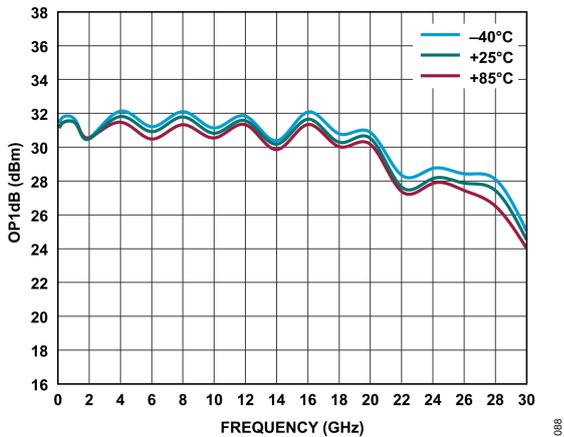


図 88. 様々な温度における OP1dB と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、データは 600mA の定 I_{DD} で測定

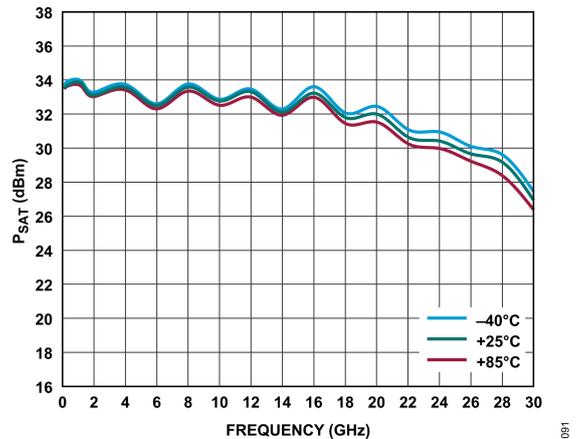


図 91. 様々な温度における P_{SAT} と周波数の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、データは 600mA の定 I_{DD} で測定

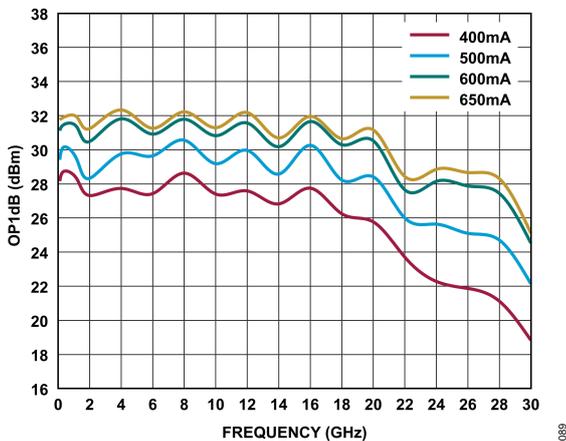


図 89. 様々な設定ポイント・ドレイン電流における OP1dB と周波数の関係、定電流モード、 $V_{DD} = 15V$

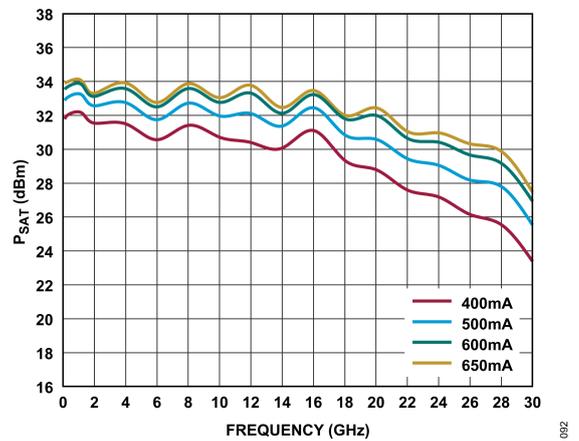


図 92. 様々な設定ポイント・ドレイン電流における P_{SAT} と周波数の関係、定電流モード、 $V_{DD} = 15V$

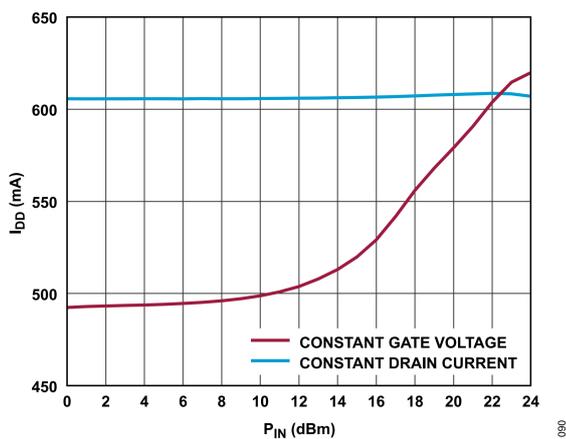


図 90. I_{DD} と P_{IN} の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、周波数 = 16GHz、定 I_{DRAIN} 設定ポイント = 600mA、定 V_{GG1} ($I_{DQ} = 500mA$)

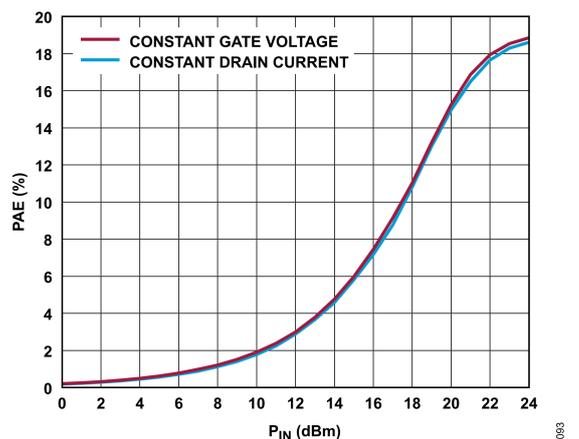


図 93. PAE と P_{IN} の関係、 $V_{DD} = 15V$ 、周波数 = 16GHz、定 I_{DRAIN} 設定ポイント = 600mA、定 V_{GG1} ($I_{DQ} = 500mA$)

HMC980LP4E による ADPA9007 のバイアシング

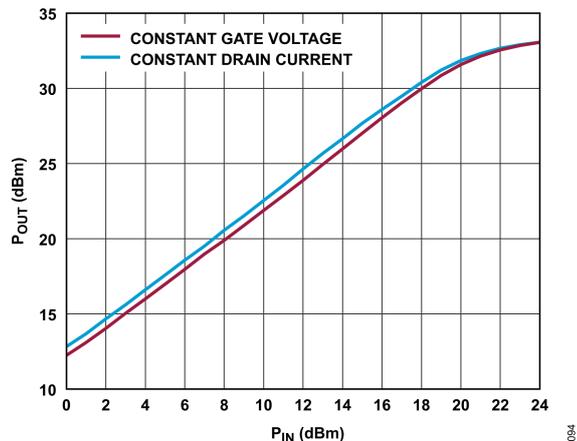


図 94. P_{OUT} と P_{IN} の関係、V_{DD} = 15V、周波数 = 16GHz、定 I_{DRAIN} 設定ポイント = 600mA、定 V_{GG1} (I_{DQ} = 500mA)

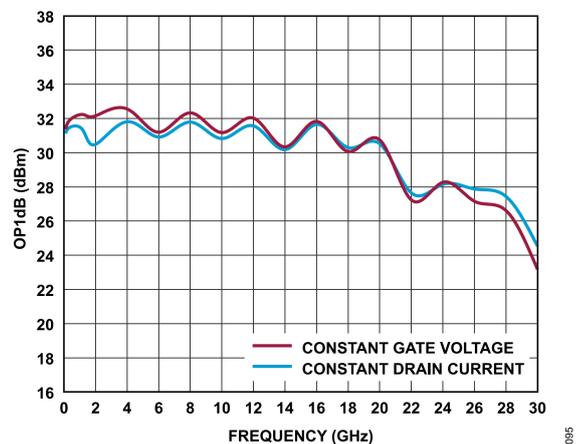


図 95. OP1dB と周波数の関係、V_{DD} = 15V、定 I_{DRAIN} 設定ポイント = 600mA、定 V_{GG1} (I_{DQ} = 500mA)

外形寸法

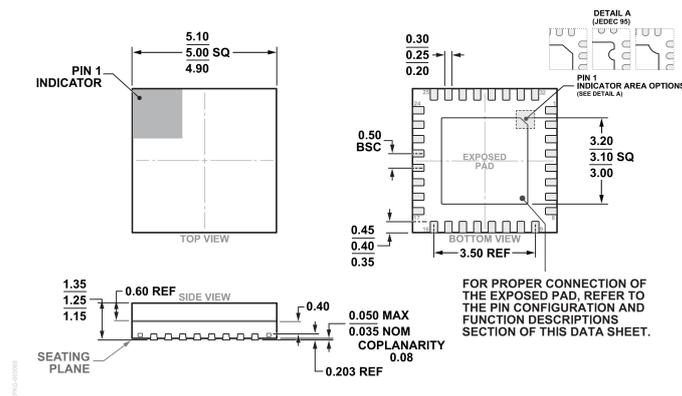


図 96. 32 ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ、
 プリモールド・キャビティ [LFCSP_CAV]、ボディ寸法：5mm × 5mm、
 パッケージ高さ：1.25mm (CG-32-2)
 単位：mm

更新：2023 年 8 月 11 日

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Packing Quantity	Package Option
ADPA9007ACGZN	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm × 5 mm w/ EP)	Reel, 100	CG-32-2
ADPA9007ACGZN-R7	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm × 5 mm w/ EP)	Reel, 1000	CG-32-2

¹ Z = RoHS 準拠製品。

評価用ボード

Model ¹	Description
ADPA9007-EVALZ	Evaluation Board

¹ Z = RoHS 準拠製品。