GNSS 向け 1550 MHz～1615MHz アプリケーション用低消費電流 LNA の BGA123N6

About this document

Scope and purpose

このアプリケーションノートでは、1550 MHz～1615 MHz 周波数帯の GNSS アプリケーション用の低ノイズアンプ (LNA) としてのインフィニオンの GNSS MMIC: BGA123N6 について説明します。

BGA123N6 は、1550 MHz～1615 MHz に対応する超低消費電流シリコンゲルマニウム (SiGe) LNA です。

1. この回路のターゲットアプリケーションは、1559 MHz～1610MHz 帯の GPS L1/Galileo E1/GLONASS L1/BeiDou B1/QZSS L1 帯域です。
2. このレポートでは、BGA123N6 のパフォーマンスを Megtron 6 ボードで調査します。このデバイスは、0402 (インチ) サイズの高 Q ファクタ LQW15 インダクタで入力をマッチングし、以下 2 つの回路オプションが調査されます。データシートによるオプション A と電流が低減されたオプション B です。0201 (インチ) サイズの高 Q ファクタ LQP03TN インダクタにて入力をマッチングした場合の性能の違いも示されます。
3. LQW15 インダクタにて入力をマッチングし、1.8V、1575 MHz 時の主要な性能パラメータは以下のとおりです。

オプション A

I_{CC} = 1.35 mA
電力利得 = 18.6dB
NF = 0.80dB
入力リターンロス= 12dB
出力リターンロス = 18 dB
帯域外 IP3 = -8 dBm

オプション B

I_{CC} = 1.20 mA
電力利得 = 18.1dB
NF = 0.85dB
入力リターンロス = 11dB
出力リターンロス= 18 dB
帯域外 IP3 = -7 dBm

Table of contents

About this document **1**
Table of contents **2**
図のリスト **3**
表のリスト **3**
1 導入と製品概要 **4**
1.1 グローバルナビゲーション衛星システム 4
1.2 現代の GNSS 受信の主な課題 4
1.2.1 弱い入力信号と高出力妨害信号による雑音指数 NF の低下 4
1.2.2 帯域外 (OoB) 干渉 4
1.3 BGA123N6 の概要 5
2 アプリケーション回路と性能概要 **6**
2.1 測定結果のまとめ 6
2.2 回路図と部品表 8
3 測定グラフ **10**
4 評価ボードとレイアウト情報 **19**
改訂履歴 **21**

図のリスト

Figure 1 GNSS, 上部 L バンドおよび下部 L バンドの周波数割り当て 4
Figure 2 BGA123N6 ピン構成 (上面透視図) 5
Figure 3 TSNP-6-2 の BGA123N6 5
Figure 4 BGA123N6 アプリケーション回路の回路図 (オプション A) 8
Figure 5 BGA123N6 アプリケーション回路の回路図 (オプション B) 9
Figure 6 小信号利得 (狭帯域) 10
Figure 7 小信号利得 (広帯域) 10
Figure 8 雑音指数 (SMA とコネクタの損失を除く、マッチングに LQW15 インダクタ使用) 11
Figure 9 入力リターンロス 11
Figure 10 出力リターンロス 12
Figure 11 リバースアイソレーション 12
Figure 12 k ファクタ 13
Figure 13 入力 1dB コンプレッションポイント@ 1575 MHz 13
Figure 14 LTE バンド 13 2 次高調波 (出力 14
Figure 15 対域外 2 次相互変調ポイント (f1 = 1950 MHz、f2 = 3525 MHz、出力端) 14
Figure 16 帯域内 3 次相互変調ポイント (f1 = 1575 MHz、f2 = 1576 MHz、出力端) 15
Figure 17 帯域外 3 次相互変調ポイント (f1 = 1712.7 MHz、f2 = 1850 MHz、L1 バンド、出力端) 15
Figure 18 オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション A、C1 = 100 pF、V_{CC} = 1.8 V) 16
Figure 19 オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション A、C1 = 1 nF、V_{CC} = 1.8 V) 16
Figure 20 オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション B、C1 = 100 pF、V_{CC} = 1.8 V) 17
Figure 21 オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション B、C1 = 1 nF、V_{CC} = 1.8 V) 17
Figure 22 オンからオフへの切り替え時間 t_{ON-OFF} (オプション A) 18
Figure 23 オンからオフへの切り替え時間 t_{ON-OFF} (オプション B) 18
Figure 24 評価ボード オプション A (概観) 19
Figure 25 評価ボード オプション B (概観) 19
Figure 26 評価ボード オプション A (拡大図) 20
Figure 27 評価ボード オプション B (拡大図) 20
Figure 28 PCB レイヤー情報 20

1) グラフは、シミュレーションプログラム AWR Microwave Office®を使用して生成されました。

表のリスト

Table 1 ピン割り当て 5
Table 2 T_A = 25°C での電気的特性 (オプション A) 6
Table 3 T_A = 25°C での電気的特性 (オプション B) 7
Table 4 部品表 (オプション A) 8
Table 5 部品表 (オプション B) 9

1 導入と製品概要

1.1 グローバルナビゲーション衛星システム

グローバルナビゲーション衛星システム (GNSS) は、エレクトロニクス業界で最も一般的に使用されているサービスの 1 つです。現在、次の GNSS システムが運用されています: GPS, GLONASS, BDS, Galileo, QZSS, および IRNSS または NavIC。主な市場セグメントには、GNSS 対応の携帯電話, パーソナルナビゲーションデバイス (PND), および GNSS 対応のウェアラブルデバイスが含まれます。

従来、1560MHz～1610 MHz 帯の上位 L バンドは、グローバルナビゲーションサービスのメインバンドでしたが、1160 MHz～1300 MHz 帯の下位 L バンドは、安全のため、ナビゲーション信号を促進しています。次の図には、GNSS 周波数割り当ての概要を含みます。

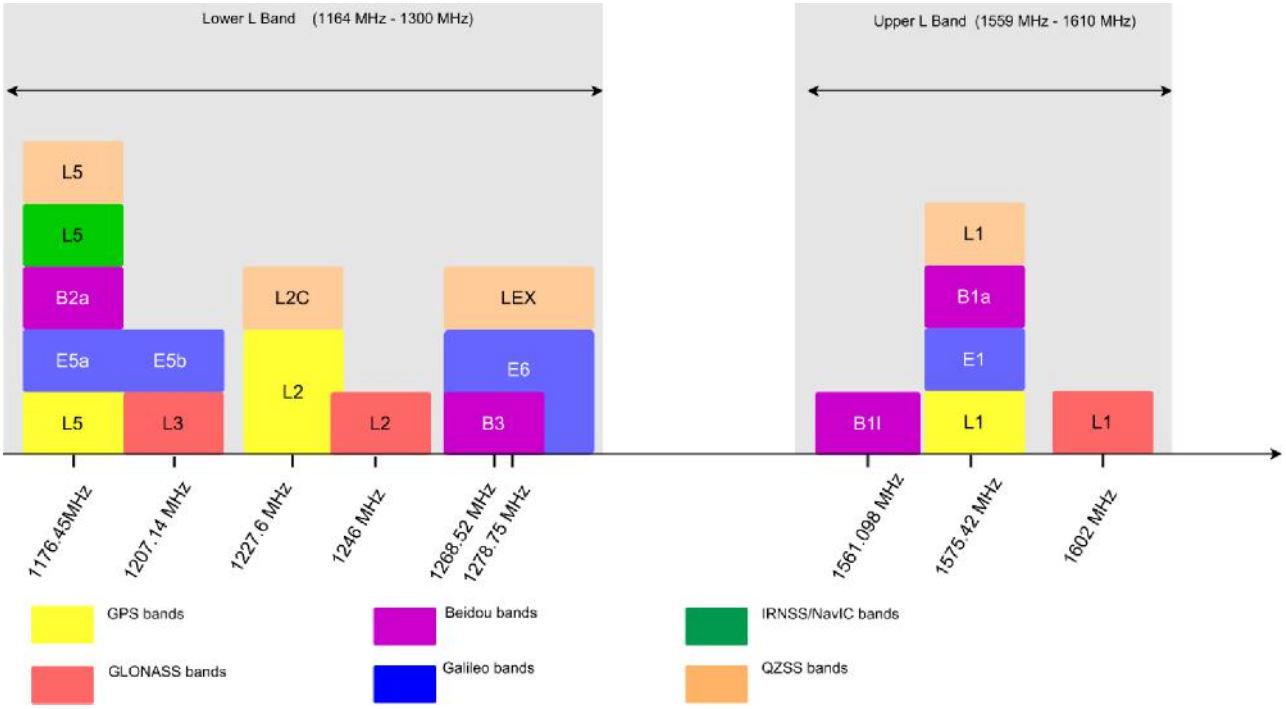


Figure 1 GNSS, 上部 L バンドおよび下部 L バンドの周波数割り当て

1.2 現代の GNSS 受信の主な課題

ここでは、GNSS 対応モバイルデバイスの主な技術課題を要約します。

1.2.1 弱い入力信号と高出力妨害信号による雑音指数 NF の低下

GNSS 衛星信号は、約-130dBm の非常に低い電力レベルで送信されます。高出力妨害信号は GNSS 受信機に漏れ、受信機の LNA をオーバードライブすることにより受信機の感度に影響を与える可能性があります。これは、弱い着信 GNSS 信号に対する受信機の感度を維持するために RF フロントエンド設計者に大きな課題をもたらしています。

1.2.2 帯域外 (OoB) 干渉

携帯電話では、GNSS などの無線機能がコンパクトなエリアに共存しています。他のワイヤレストランシーバーから GNSS 受信パスに結合すると、LTE バンド 2 とバンド 3 の信号間、および 5G NR バンド N77 と LTE バンド 3 の信号間の相互変調などの高周波信号が GNSSRF フロントエンドに混合されます。このような相互変調製品は、強力な妨害信号を GNSS 受信機に導入します。

1.3 BGA123N6 の概要

- 動作周波数: 1550 MHz～1615 MHz
- 超低消費電流: 1.3mA
- 広い供給電圧範囲: 1.1 V～3.3 V
- 高い電力利得: 19.0 dB
- 低雑音指数: 0.75 dB
- 2 kV HBM ESD 保護 (AI ピンを含む)
- 必要な外部マッチングコンポーネントは 1 つだけです
- 超小型 TSNP-6-2 リードレスパッケージ (フットプリント: 0.7 x 1.1 mm)
- 内部 50Ω マッチング RF 出力
- RoHS/WEEE 準拠のパッケージ

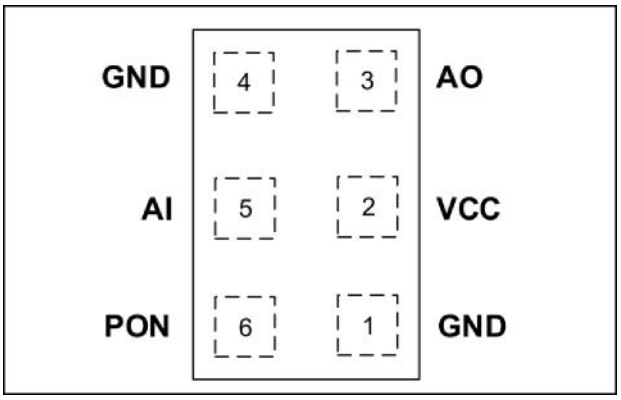


Figure 2 BGA123N6 ピン構成 (上面透視図)



Figure 3 TSNP-6-2 の BGA123N6

RoHS Halogen-Free Lead-Free Green

Table 1 ピン割り当て

ピン番号	記号	機能
1	GND	グランド
2	VCC	DC 電源
3	AO	LNA 出力
4	GND	グランド
5	AI	LNA 入力
6	PON	電源のオン/オフ制御

2 アプリケーション回路と性能概要

ここでは、アプリケーション回路の性能, 回路図, 部品表を示します。

端末: BGA123N6

応用: 1550 MHz～1615MHz の GNSS アプリケーション用の低電流 LNA

PCB マーキング: 080920

EVB 注文番号: EVAL BGA123N6 (AN626)

2.1 測定結果のまとめ

GNSS 上位 L バンドアプリケーション用 BGA123N6 の特性を、以下の表に示します。

Table 2 T_A= 25°C での電気的特性 (オプション A)

項目	記号	値			単位	コメント/テスト条件
周波数	Freq	1550 - 1615			MHz	1575MHz で測定
DC 電圧	V_{CC}	1.2	1.8	2.8	V	
DC 電流	I_{CC}	1.30	1.35	1.40	mA	
小信号利得	G	18.2	18.6	18.8	dB	
雑音指数	NF	0.85	0.80	0.80	dB	マッチングに LQW15 インダクタ使用、0.04dB の入力ライン損失を除く
雑音指数	NF_LQP	1.05	1.00	1.00	dB	マッチングに LQP03TN インダクタ使用、0.04dB の入力ラインの損失を除く
入力リターンロス	RL_{IN}	12	12	13	dB	
出力リターンロス	RL_{OUT}	18	18	17	dB	
リバースアイソレーション	I_{REV}	35	35	35	dB	
入力 P1dB	IP1dB	-19	-15	-12	dBm	1575MHz で測定
LTE バンド 13 二次高調波 入力端	LTE B13 IHD2	-42	-42	-42	dBm	入力信号: -25 dBm f = 787.7 MHz 1575.52MHz で測定
LTE バンド 13 二次高調波 出力端	LTE B13 OHD2	-23	-24	-24	dBm	
帯域外 入力 IP2	Oob_IIP2	5	6	6	dBm	入力信号: -20 dBm f1 = 1950 MHz, f2 = 3525 MHz 1575MHz で測定
帯域外 出力 IM2	Oob_OIM2	-27	-27	-27	dBm	
入力 IP3	IIP3	-14	-13	-14	dBm	入力信号: -30 dBm f1 = 1575 MHz、f2 = 1576 MHz
帯域外 入力 IP3	Oob_IIP3	-9	-8	-6	dBm	入力信号: -20 dBm
帯域外 出力 IM3	Oob_OIM3	-24	-26	-29	dBm	f1 = 1712.7 MHz、f2 = 1850 MHz、1575.4MHz で測定
K ファクタ	k	>1				最大 10GHz まで測定

項目	記号	値			単位	コメント/テスト条件
切り替え時間 ON-to-OFF	t_{ON-OFF}	0.5[a]/0.5[b]	0.5[a]/0.5[b]	0.5[a]/0.5[b]	µs	LNA ゲインが ON ゲイン値の 10%到達時(dB 単位) a) C1 = 1000 pF b) C1 = 100 pF
切り替え時間 OFF-to-ON	t_{OFF-ON}	9[a]/ 2[b]	7[a]/ 1[b]	7[a]/ 1[b]	µs	パワーアップセトリング時間：LNA ゲインが最終ゲイン値の 90%到達時 (dB 単位) a) C1 = 1 nF b) C1 = 100 pF

Table 3　　T_A = 25°C での電気的特性 (オプション B)

項目	記号	値			単位	コメント/テスト条件
周波数	Freq	1550 - 1615			MHz	1575MHz で測定
DC 電圧	V_{CC}	1.2	1.8	2.8	V	
DC 電流	I_{CC}	1.10	1.20	1.25	mA	
小信号利得	G	17.6	18.1	18.3	dB	
雑音指数	NF	0.90	0.85	0.85	dB	マッチングに LQW15 インダクタ使用、0.04dB の入力ラインの損失を除く
雑音指数	NF_LQP	1. 05	1.05	1.05	dB	マッチングに LQP03TN インダクタ使用、0.04dB の入力ラインの損失を除く
入力リターンロス	RL_{IN}	10	11	12	dB	
出力リターンロス	RL_{OUT}	18	18	17	dB	
リバース アイソレーション	I_{REV}	-34	-34	-34	dB	
Input P1dB	IP1dB	-17	-14	-10	dBm	1575MHz で測定
LTE バンド 13 二次高調波 入力端	LTE B13 IHD2	-40	-41	-41	dBm	入力電力: -25 dBm f = 787.7 MHz 1575.4MHz で測定
LTE バンド 13 二次高調波 出力端	LTE B13 OHD2	-23	-23	-23	dBm	
帯域外 入力 IP2	Oob_IIP2	6	7	7	dBm	入力電力: -20 dBm f1 = 1950 MHz, f2 = 3525 MHz 1575MHz で測定
帯域外 出力 IM2	Oob_OIM 2	-29	-29	-29	dBm	
入力 IP3	IIP3	-14	-13	-13	dBm	入力電力: -30 dBm f1 = 1575 MHz、f2 = 1576 MHz
帯域外 入力 IP3	Oob_IIP3	-8	-7	-7	dBm	入力電力: -20dBm。f1 = 1712.7 MHz、f2 = 1850 MHz、1575.4MHz で測定
帯域外 出力 IM3	Oob_OIM3	-27	-29	-28	dBm	
K ファクタ	k	>1				10GHz まで測定

項目	記号	値			単位	コメント/テスト条件
切り替え時間 ON-to-OFF	t_{ON-OFF}	0.4[a)]/ 0.4[b)]	0.5[a)]/ 0.5[b)]	0.5[a)]/ 0.5[b)]	µs	LNA ゲインがＯＮゲイン値の 10%到達時 (dB 単位) a) C1 = 1 nF b) C1 = 100 pF
切り替え時間 OFF-to-ON	t_{OFF-ON}	22[a)]/ 3[b)]	17[a)]/ 2[b)]	14[a)]/ 2[b)]	µs	パワーアップセトリング時間: LNA ゲインが最終ゲイン値の 90%到達時 (dB 単位) a) C1 = 1 nF b) C1 = 100 pF

2.2 回路図と部品表

オプション A の概略図を Figure 4 に、その BOM を Table 4 に示します。

オプション B の概略図を Figure 5 に、その BOM を Table 5 に示します。

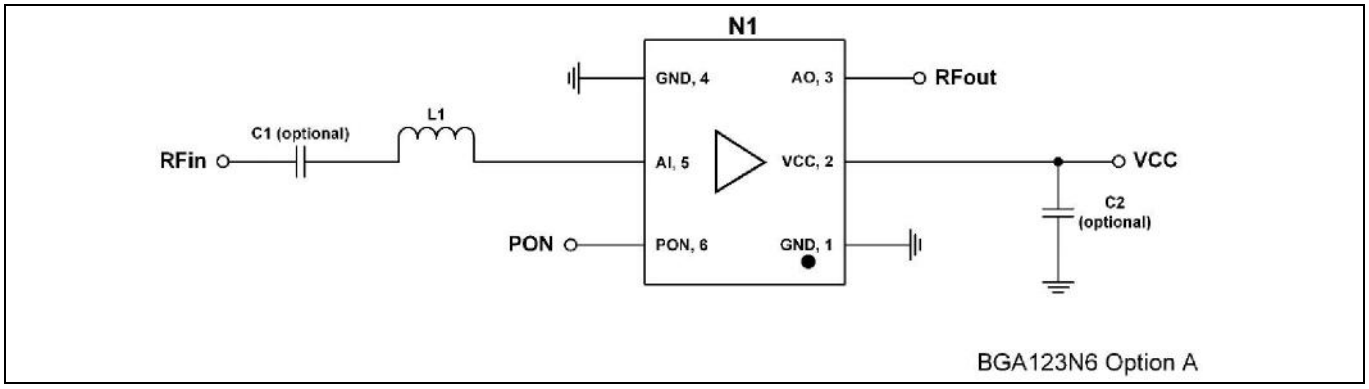


Figure 4 BGA123N6 アプリケーション回路の回路図 (オプション A)

Table 4 部品表 (オプション A)

記号	値	単位	サイズ	メーカー	備考
C1	1	nF	0402	指定なし	DC block[1) 3)]
C2	≥ 1	nF	0402	指定なし	RF bypass[2)]
L1	10	nH	0402	村田製作所 LQW15	入力マッチング
N1	BGA123N6		TSNP-6-2	インフィニオンテクノロジーズ	SiGe LNA

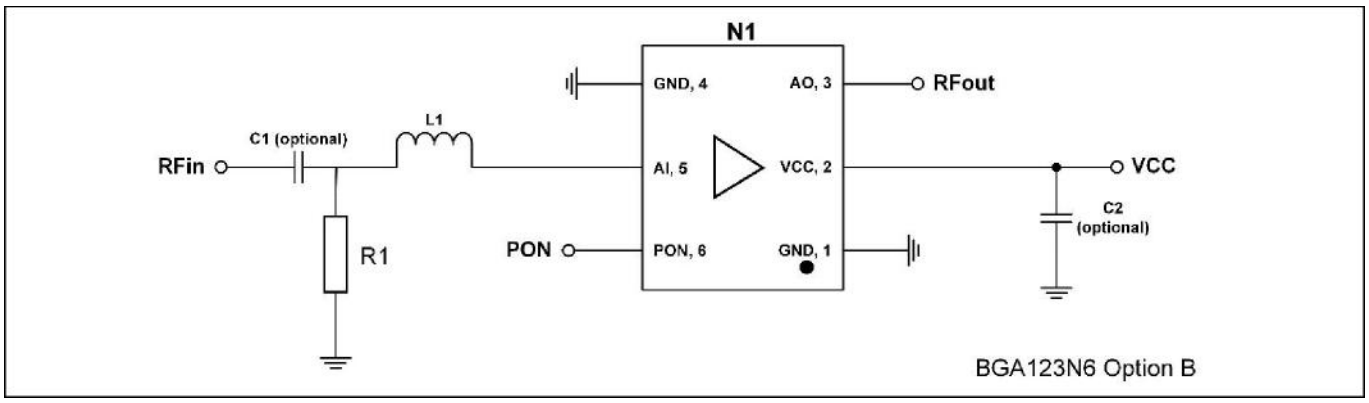


Figure 5　BGA123N6 アプリケーション回路の回路図 (オプション B)

Table 5　部品表 (オプション B)

記号	値	単位	サイズ	メーカー	備考
C1	1	nF	0402	指定なし	DC ブロック [1) 3)]
C2	≥ 1	nF	0402	指定なし	RF バイパス [2)]
L1	11	nH	0402	村田製作所 LQW15	入力マッチング
R1	220	kΩ	0402	指定なし	I_{CC} 削減
N1	BGA123N6		TSNP-6-2	インフィニオンテクノロジーズ	SiGe LNA

Note:

1. *DC ブロック機能は入力ピンに統合されていません。前段で RF 入力ラインの DC ブロック機能を確保できる場合は、DC ブロックコンデンサ C1 は不要です。スイッチング時間を短縮するために、DC ブロックコンデンサ値を低くすることを推奨します。C1 = 100 pF により、3 µS 未満のスイッチング時間が可能になります。*
2. *DC 電源ピンの RF バイパスコンデンサ C2 は、電源ノイズを除去し、DC 電源を安定させます。ノイズが無く安定した DC 電源が確保できる場合は、RF バイパスコンデンサ C2 は必要ありません。*

3 測定グラフ

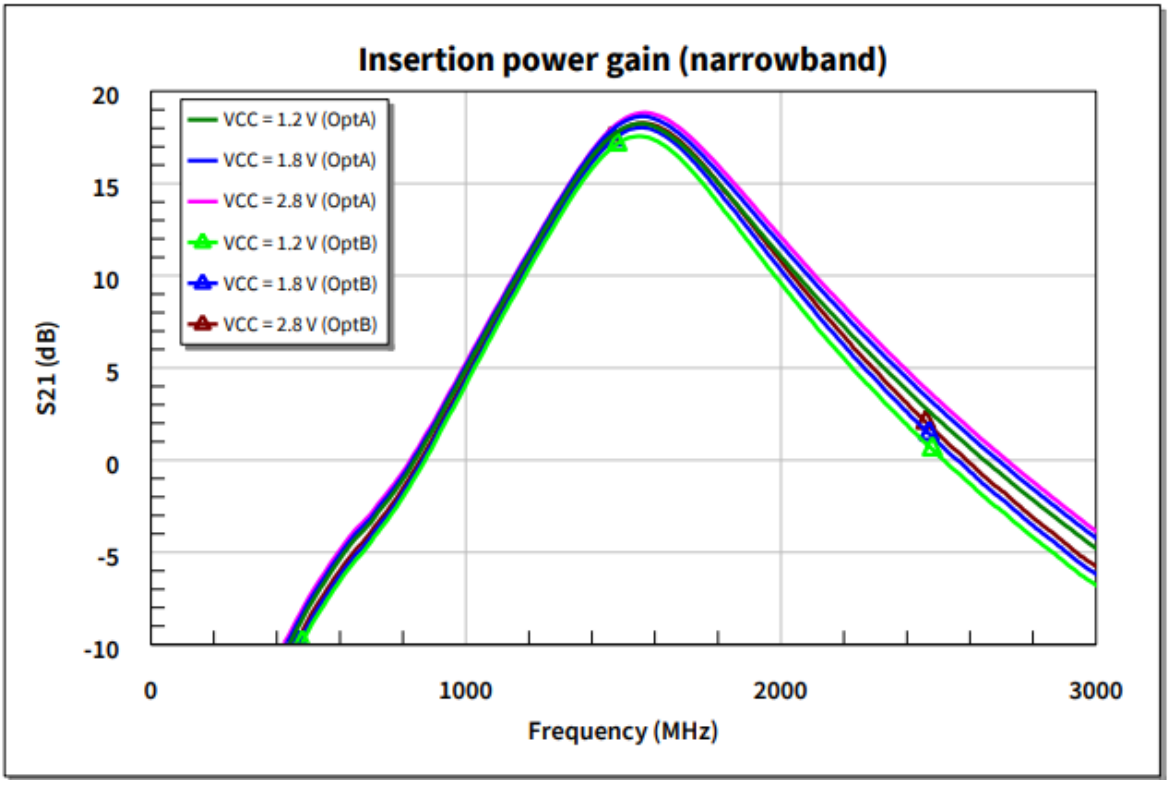


Figure 6　小信号利得 (狭帯域)

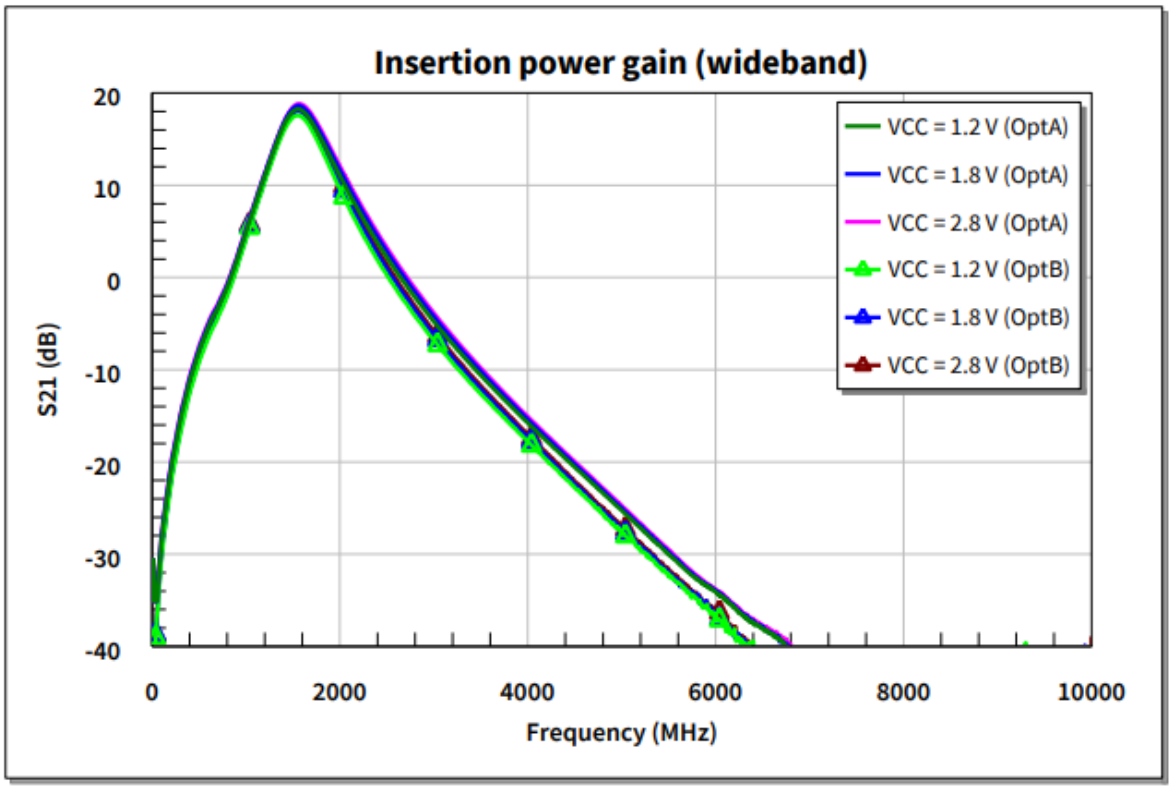


Figure 7　小信号利得 (広帯域)

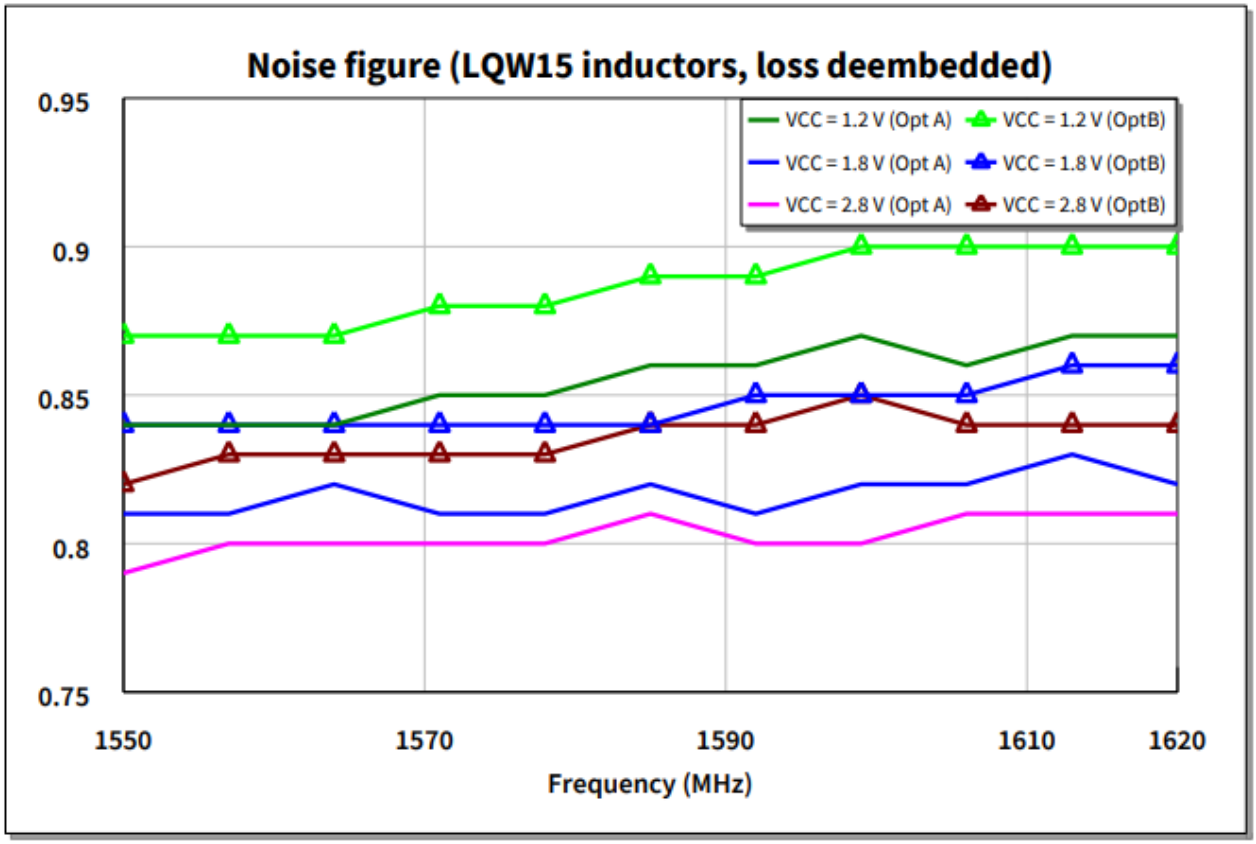


Figure 8　雑音指数 (SMA とコネクタの損失を除く、マッチングに LQW15 インダクタ使用)

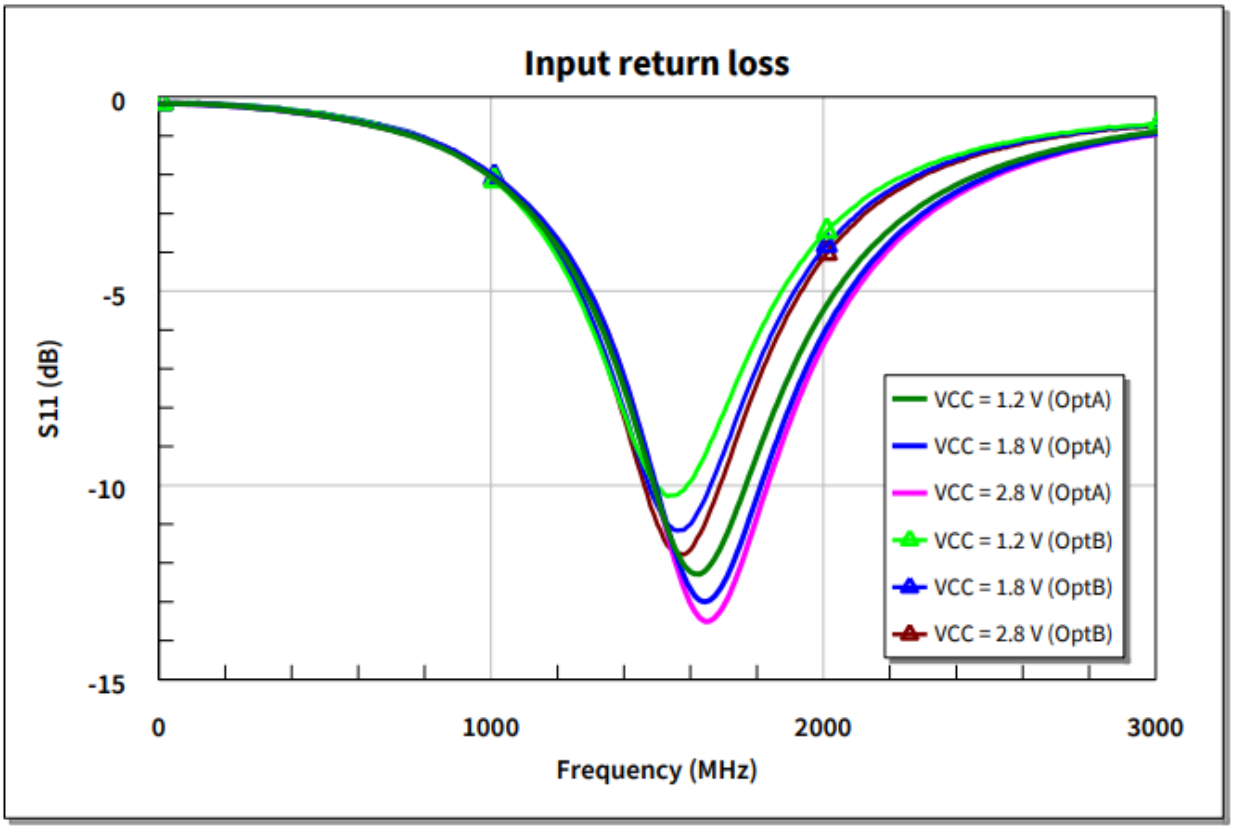


Figure 9　入力リターンロス

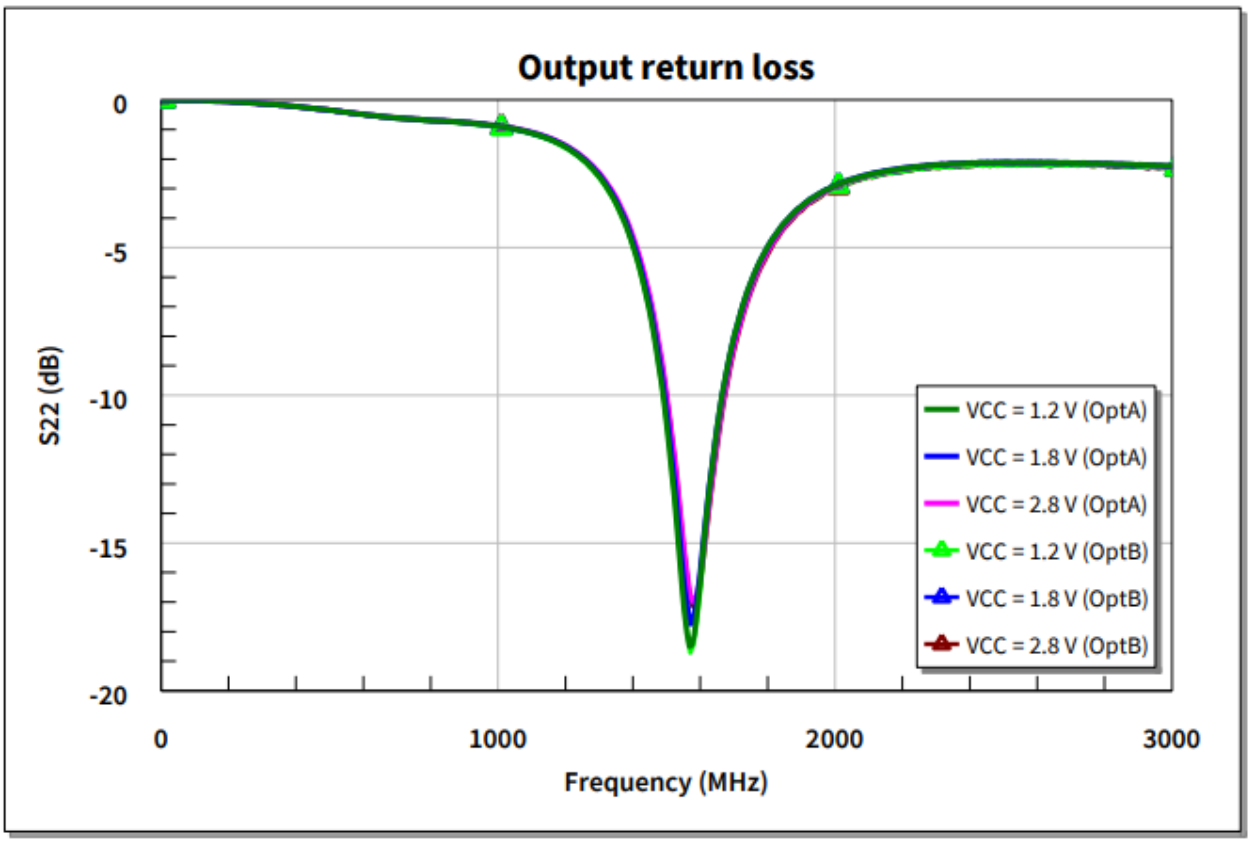


Figure 10　出力リターンロス

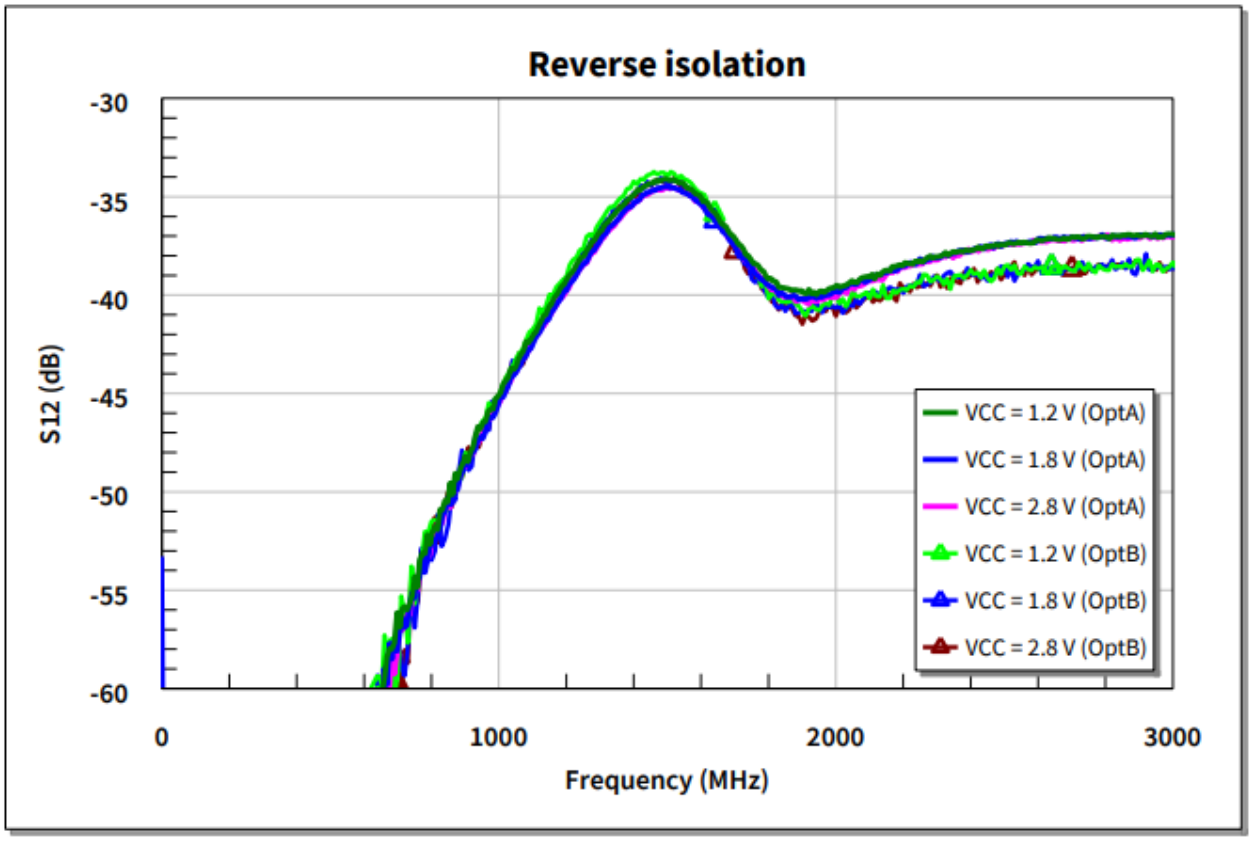


Figure 11　リバースアイソレーション

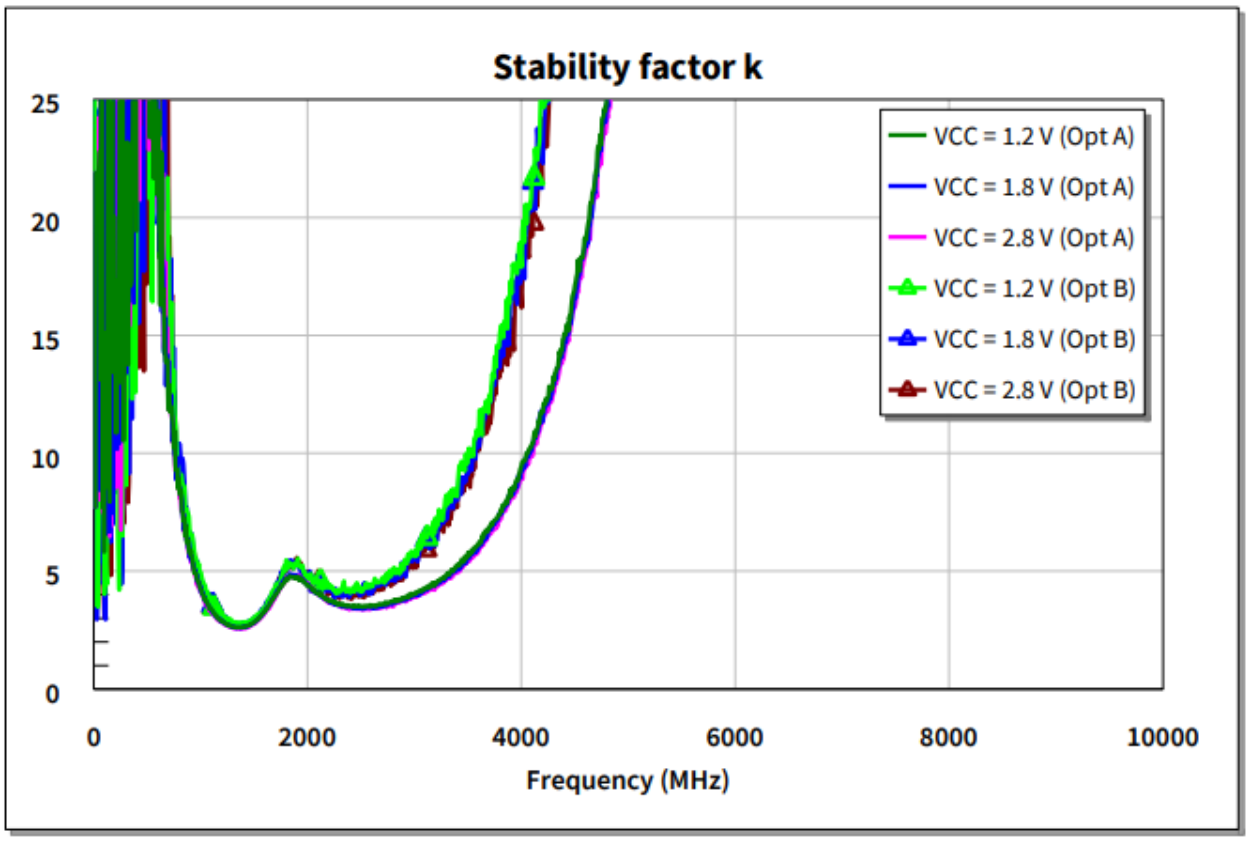


Figure 12　k ファクタ

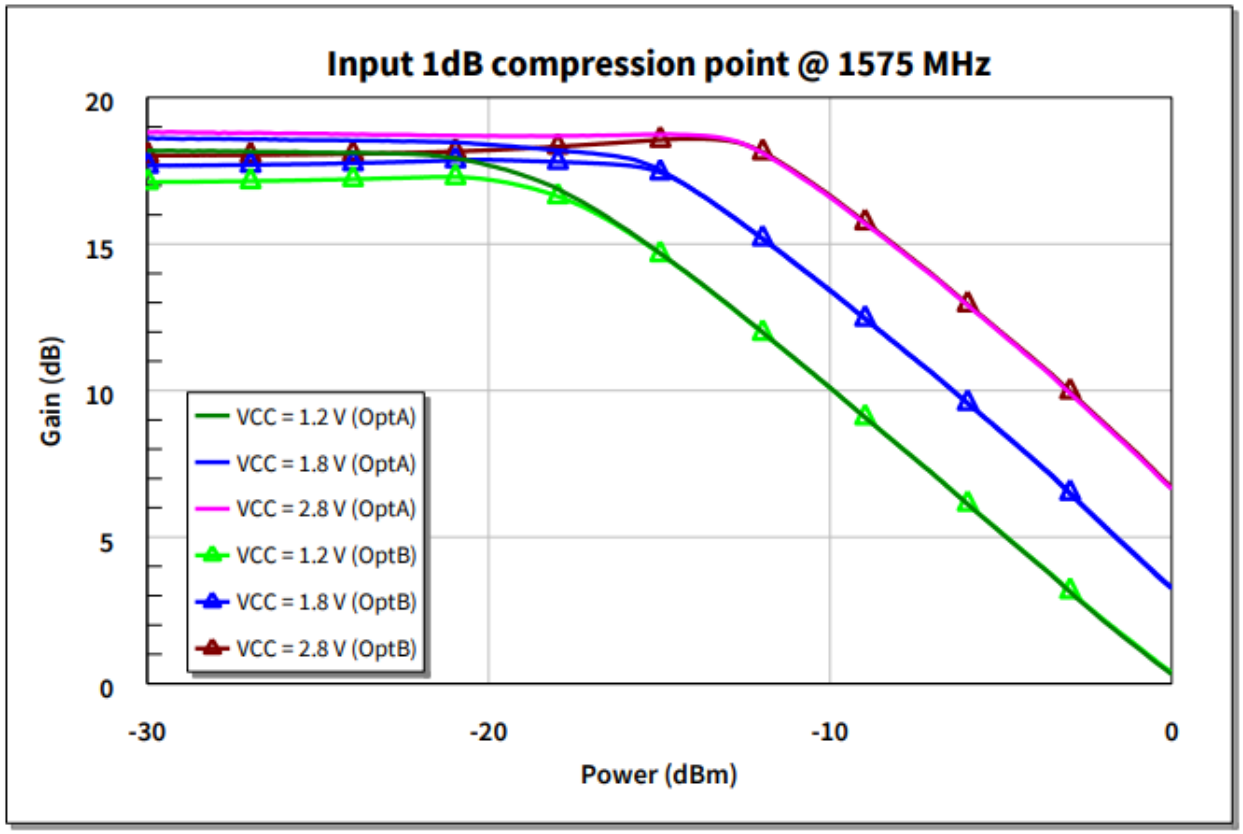


Figure 13　入力 1dB コンプレッションポイント@ 1575 MHz

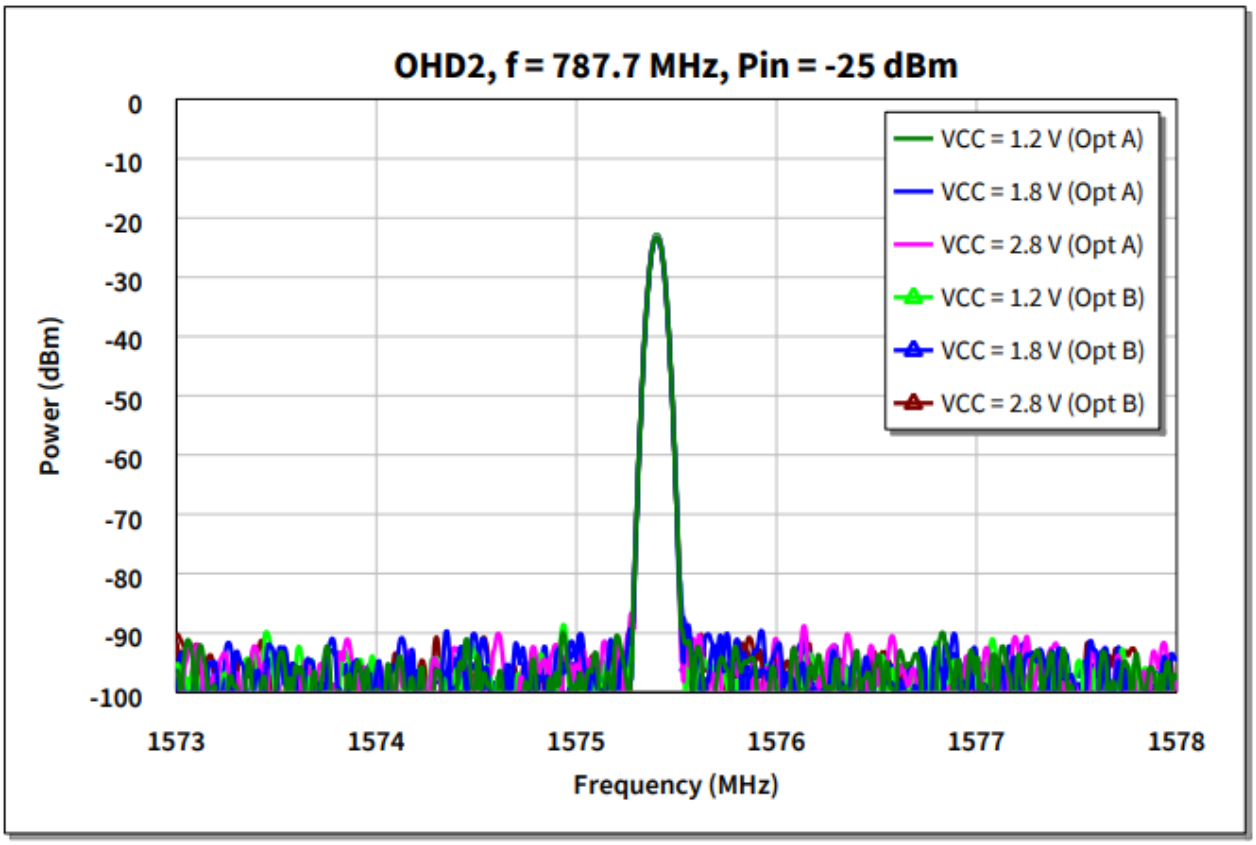


Figure 14　LTE バンド 13 2 次高調波 (出力端)

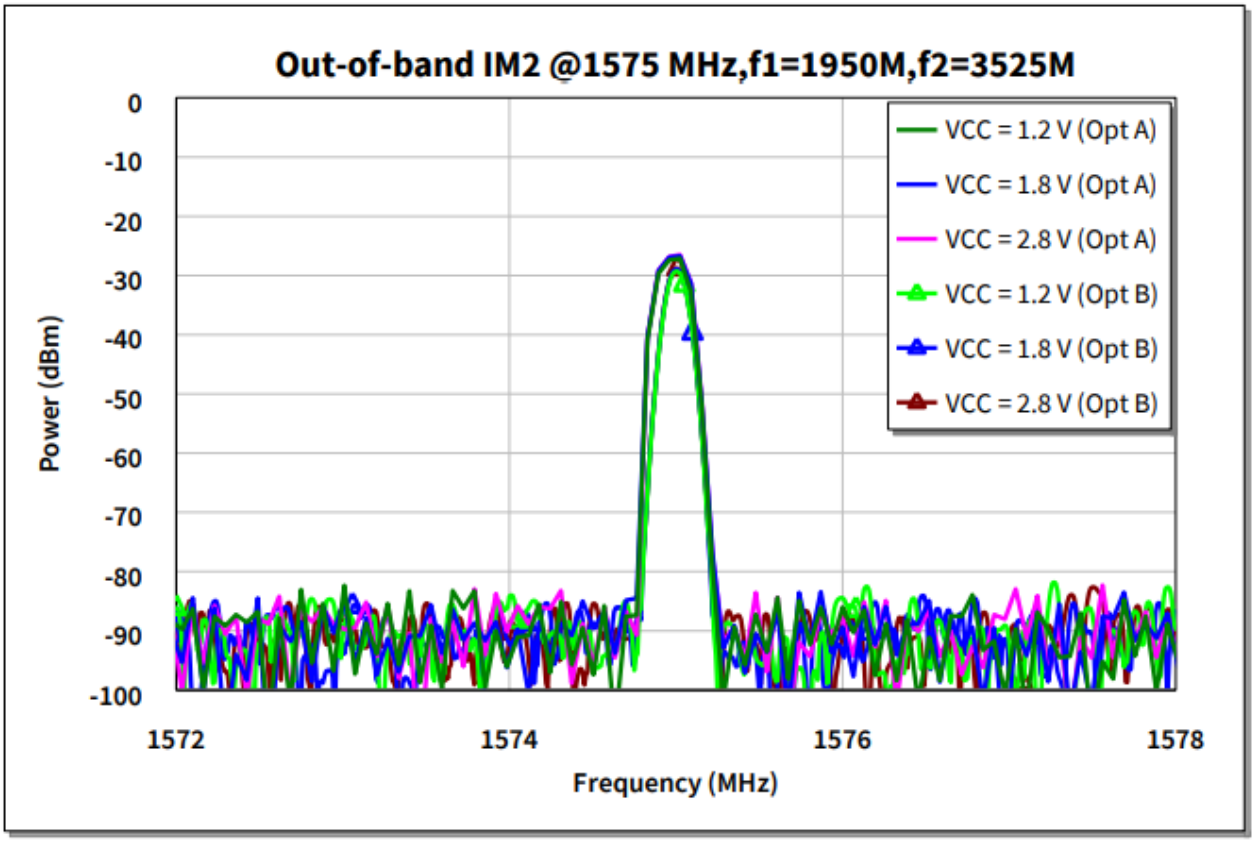


Figure 15　対域外 2 次相互変調ポイント (f1 = 1950 MHz、 f2 = 3525 MHz、 出力端)

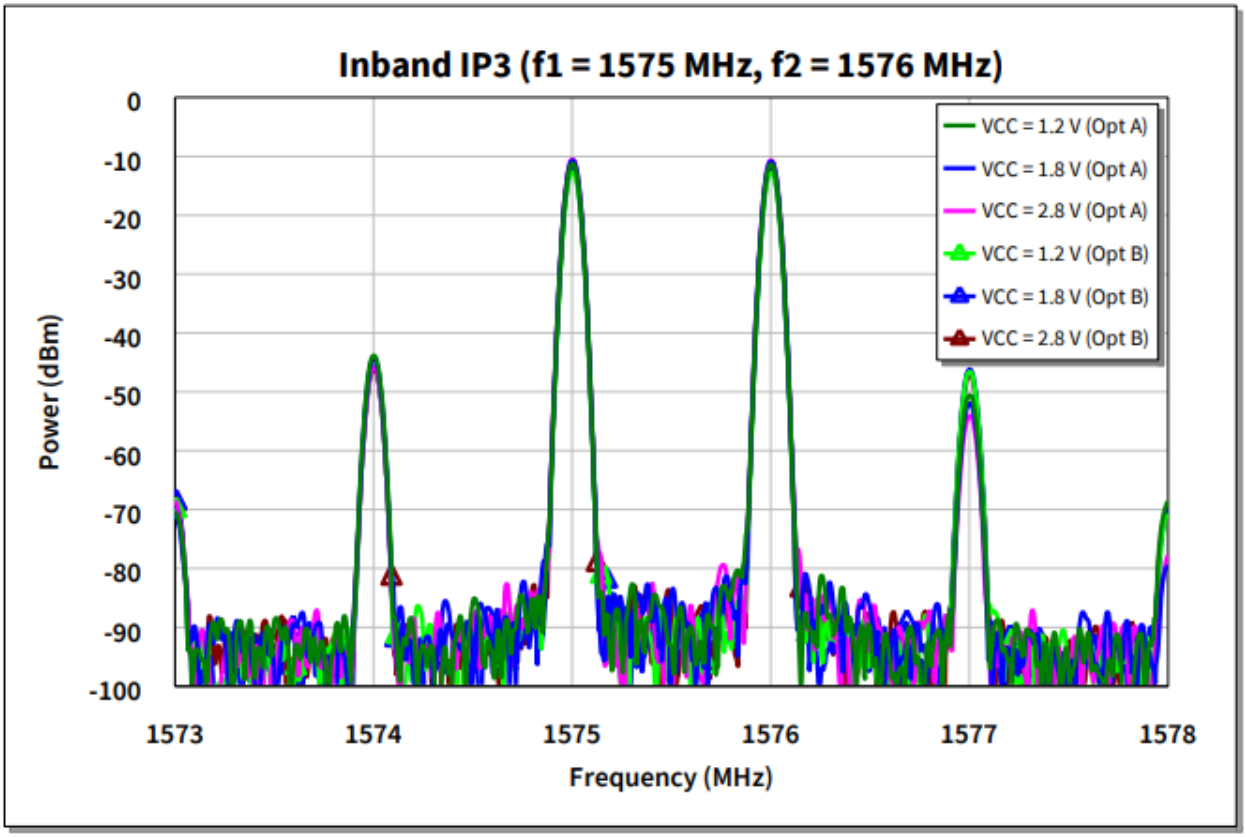


Figure 16　帯域内 3 次相互変調ポイント (f1 = 1575 MHz、f2 = 1576 MHz、出力端)

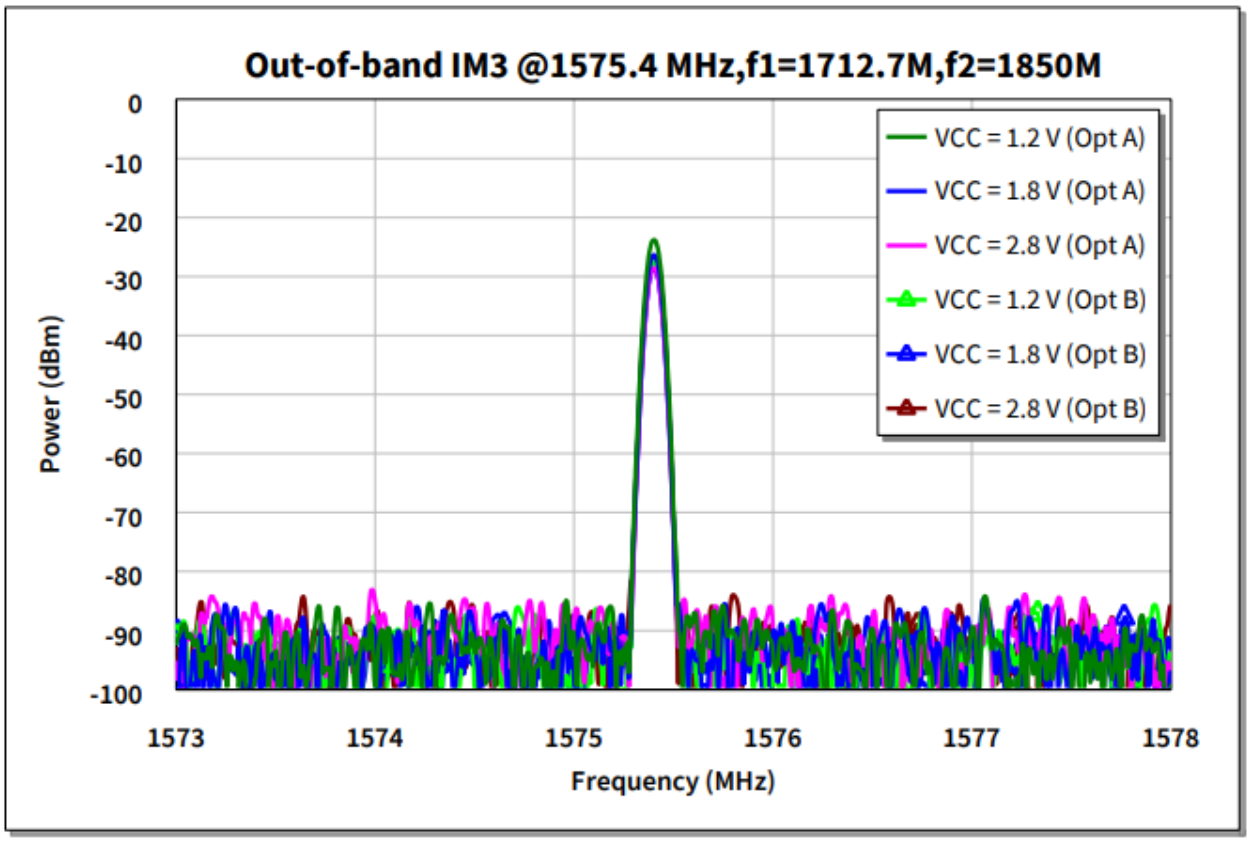


Figure 17　帯域外 3 次相互変調ポイント (f1 = 1712.7 MHz、f2 = 1850 MHz、L1 バンド、出力端)

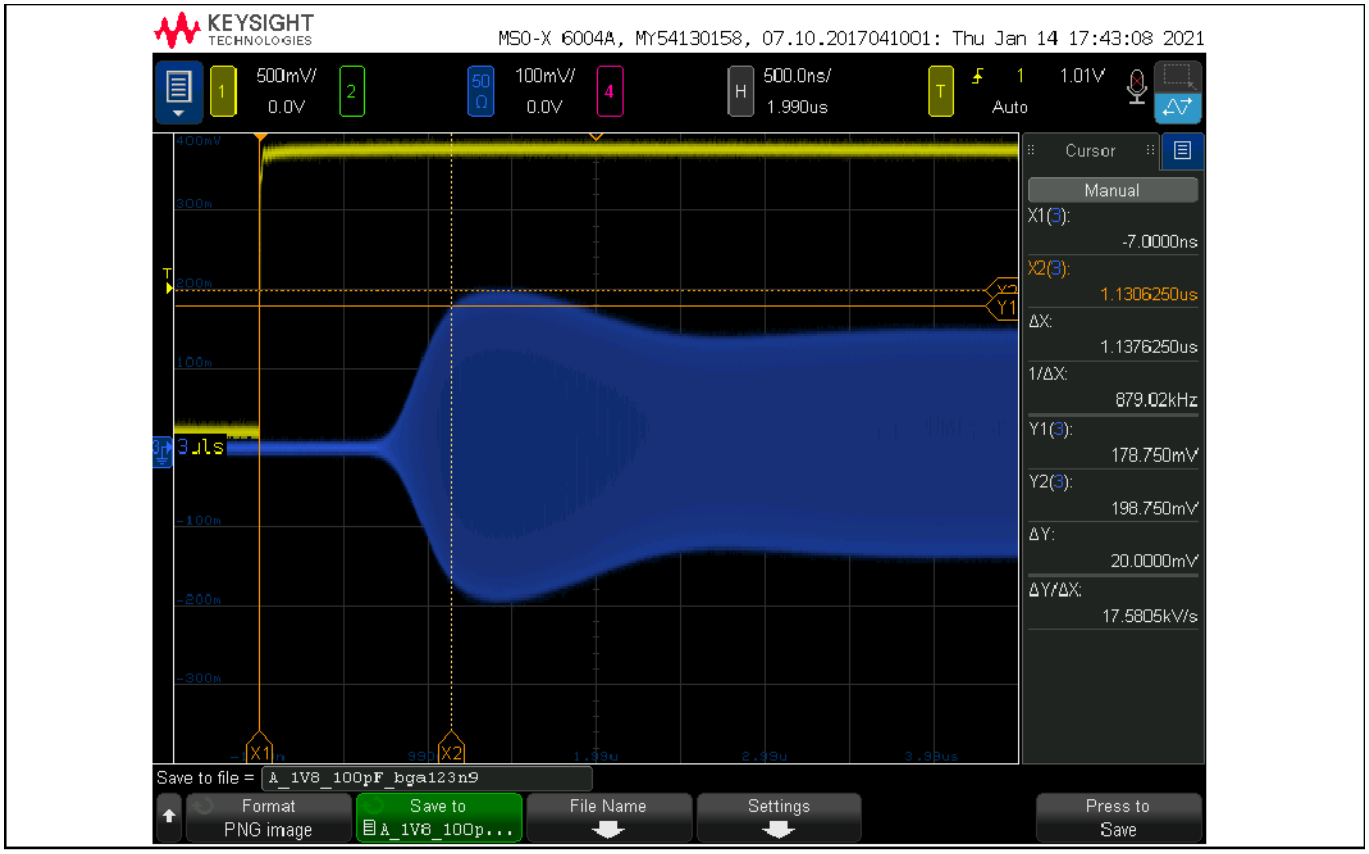


Figure 18　オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション A、C1 = 100 pF、V_{CC} = 1.8 V)

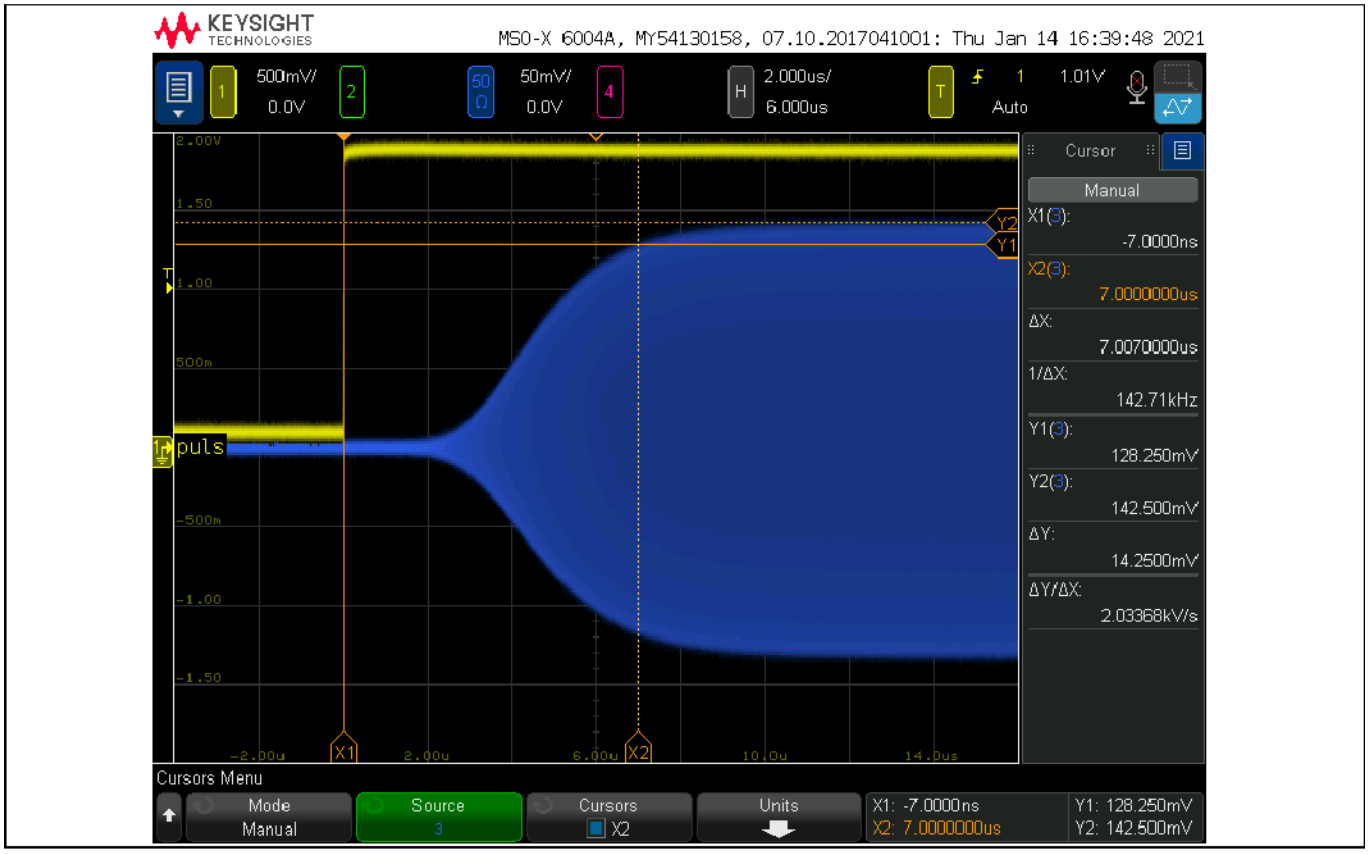


Figure 19　オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション A、C1 = 1 nF、V_{CC} = 1.8 V)

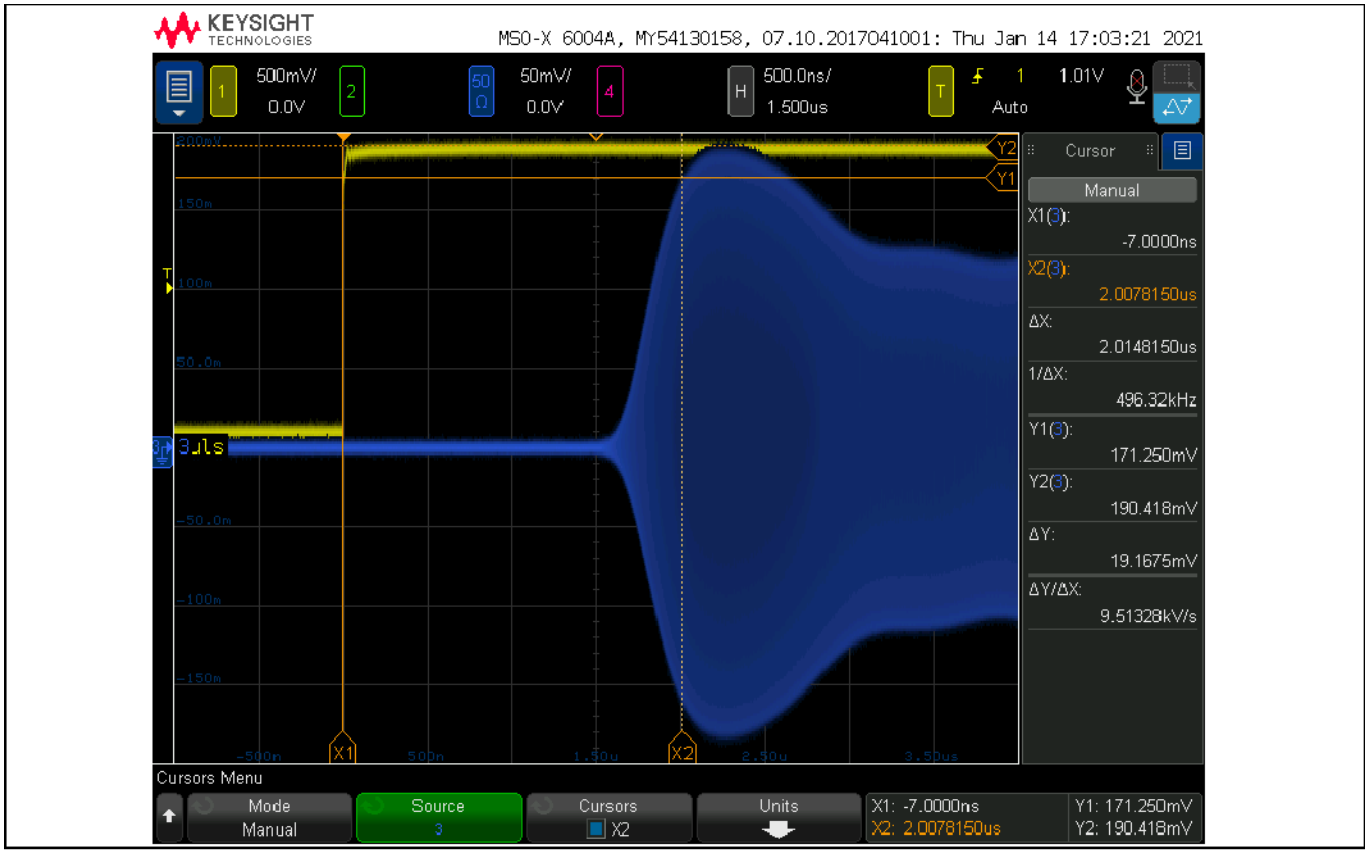


Figure 20　オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション B、C1 = 100 pF、V_{CC} = 1.8 V)

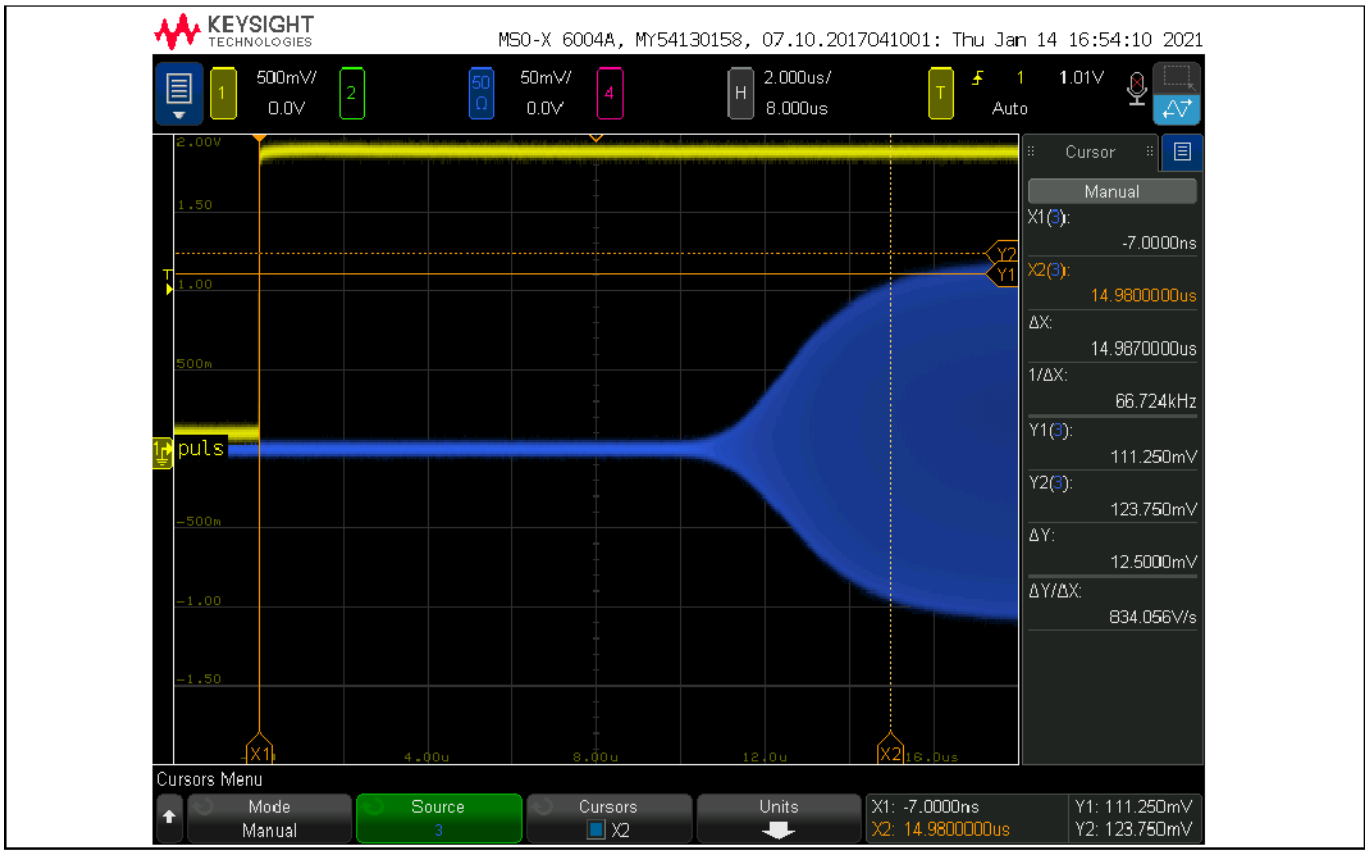


Figure 21　オフからオンへの切り替え時間 t_{OFF-ON} (オプション B、C1 = 1 nF、V_{CC} = 1.8 V)

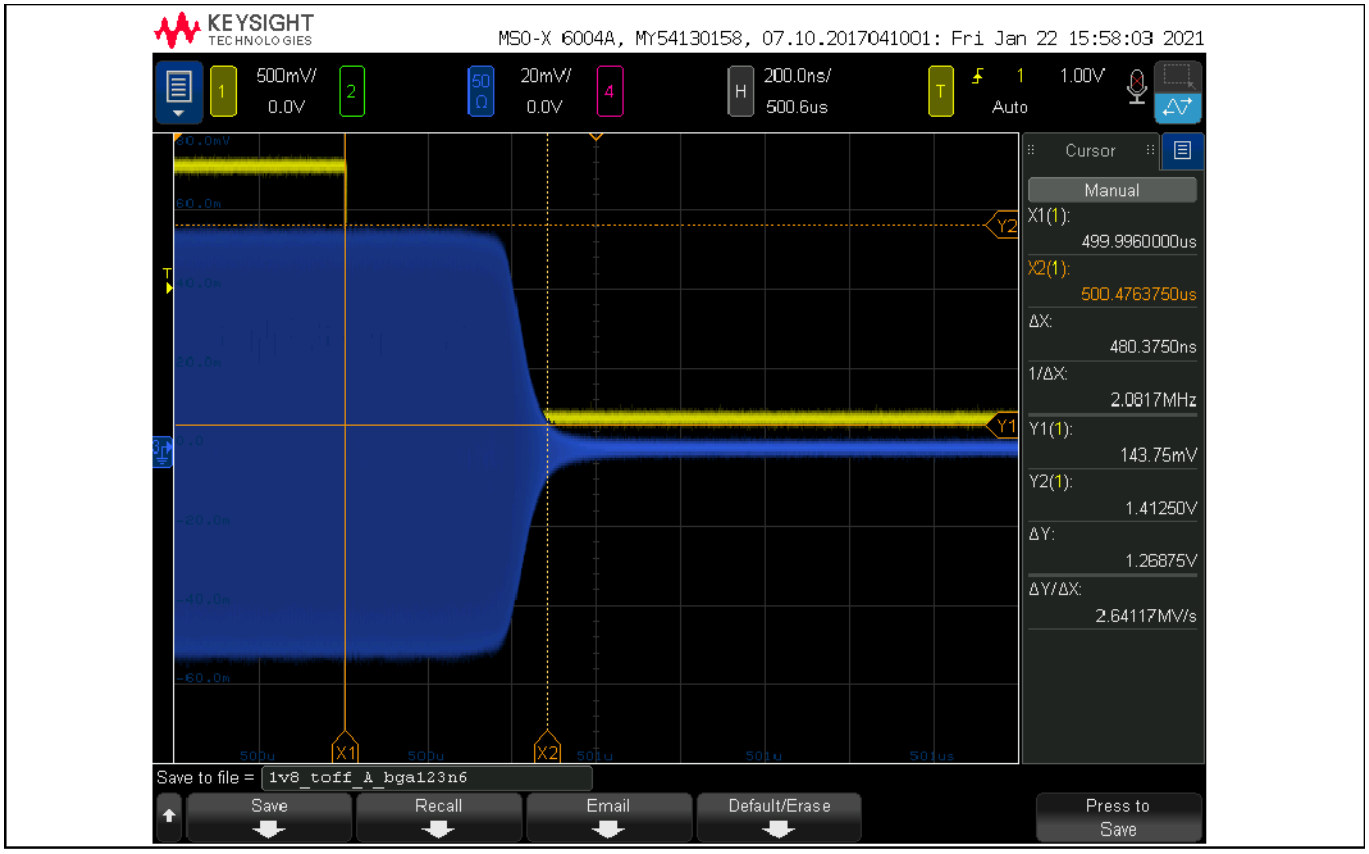


Figure 22　オンからオフへの切り替え時間 t_{ON-OFF} (オプション A)

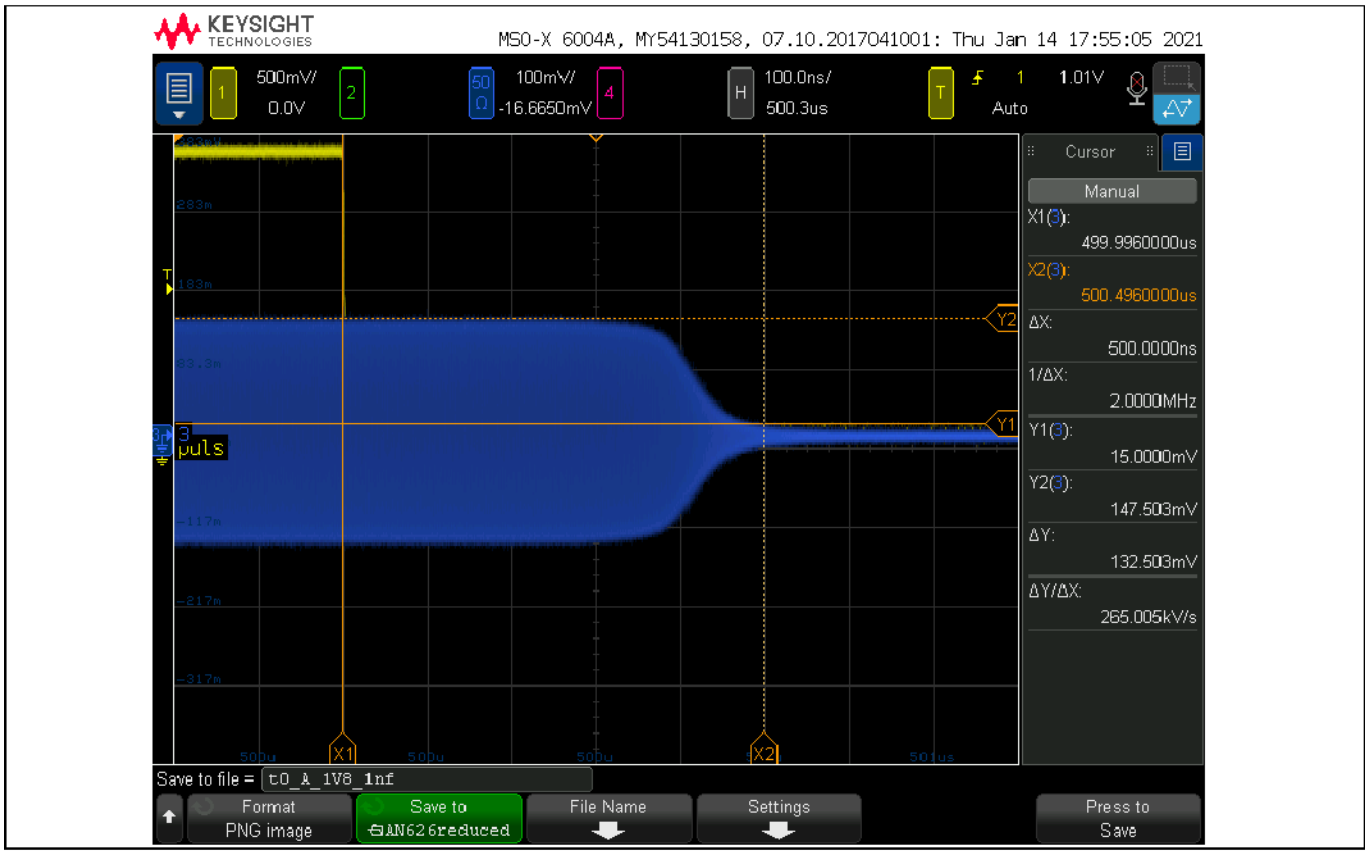


Figure 23　オンからオフへの切り替え時間 t_{ON-OFF} (オプション B)

4 評価ボードとレイアウト情報

このアプリケーションノートでは、次の PCB を使用しています。

PCB マーキング: **080920**

PCB 材料: **メグトロン 6**

PCB 材料の誘電率ε_r: **3.7**

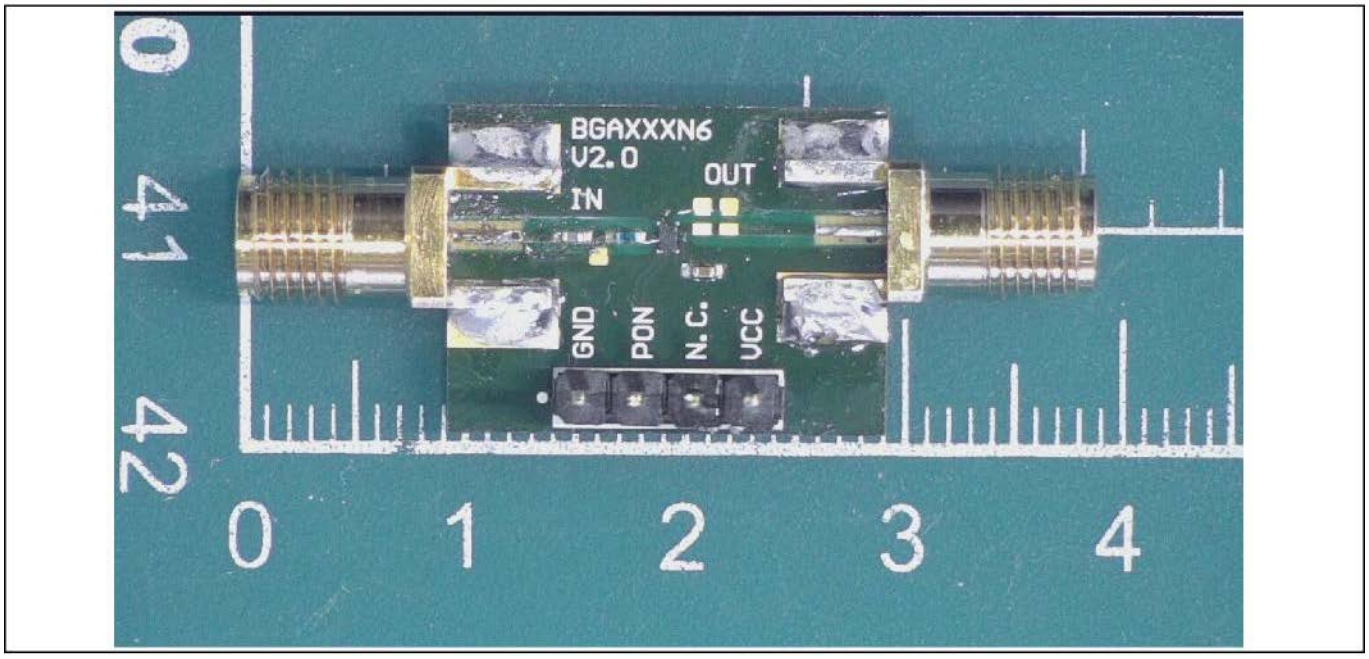


Figure 24 評価ボード オプション A (概観)

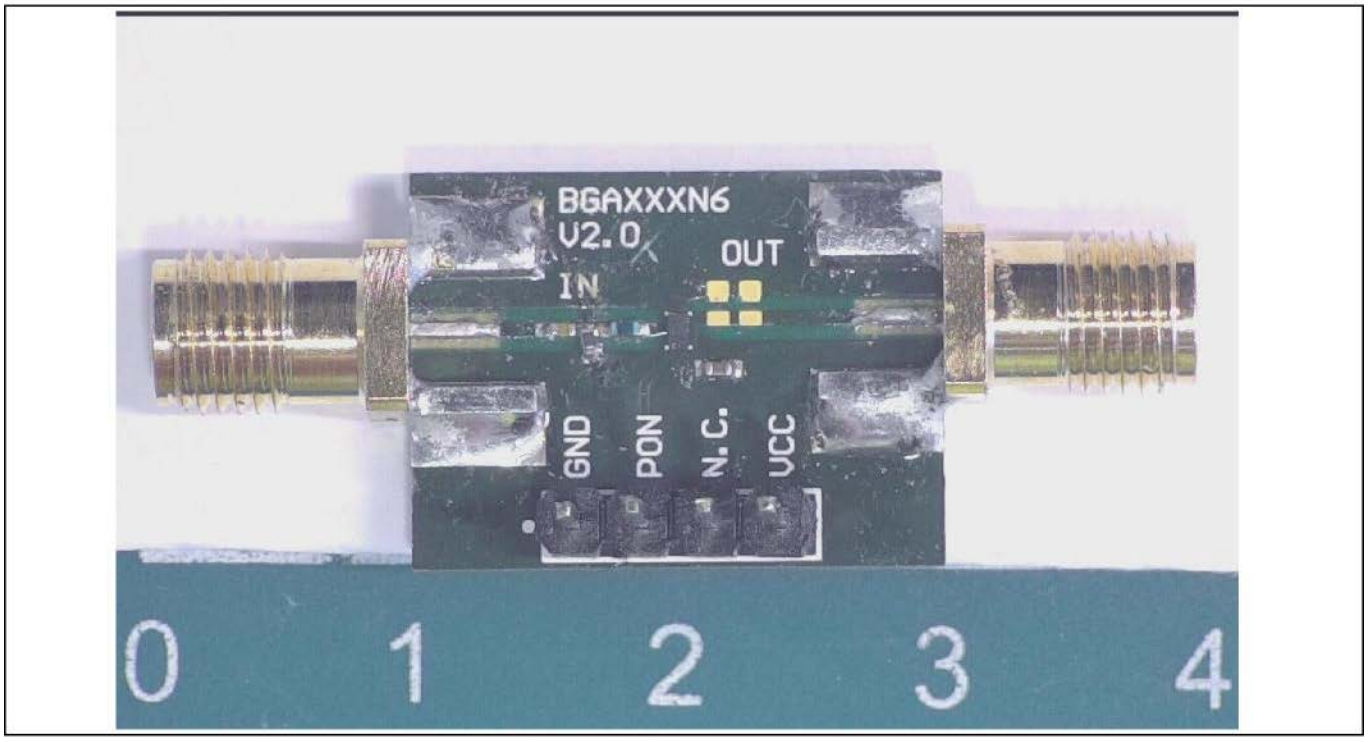


Figure 25 評価ボード オプション B (概観)

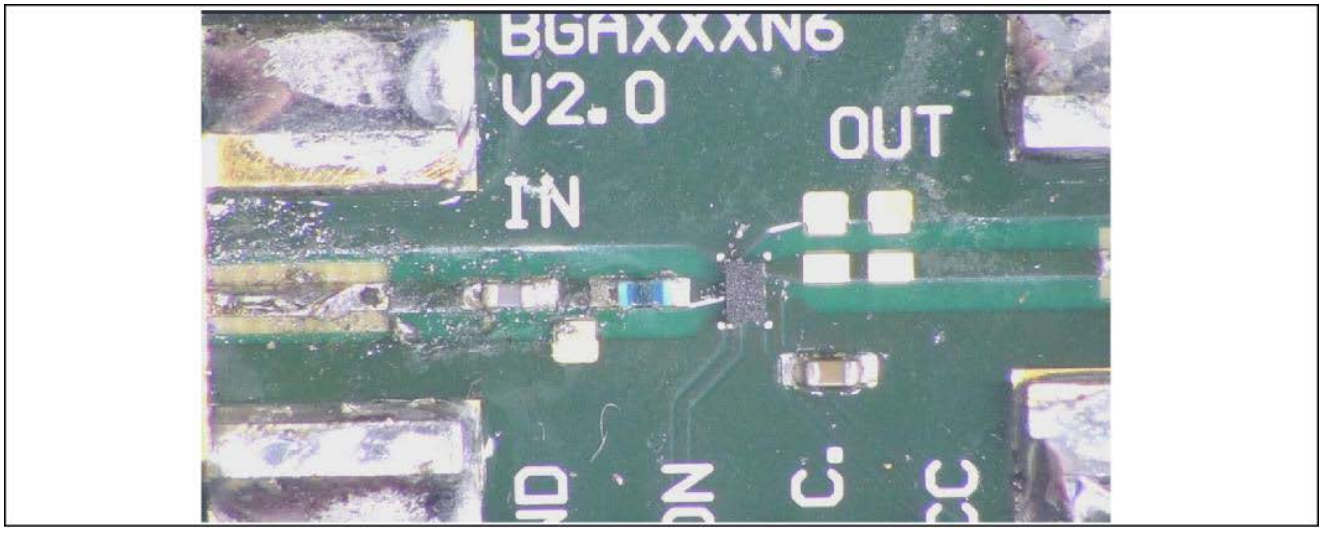


Figure 26　評価ボード オプション A (拡大図)

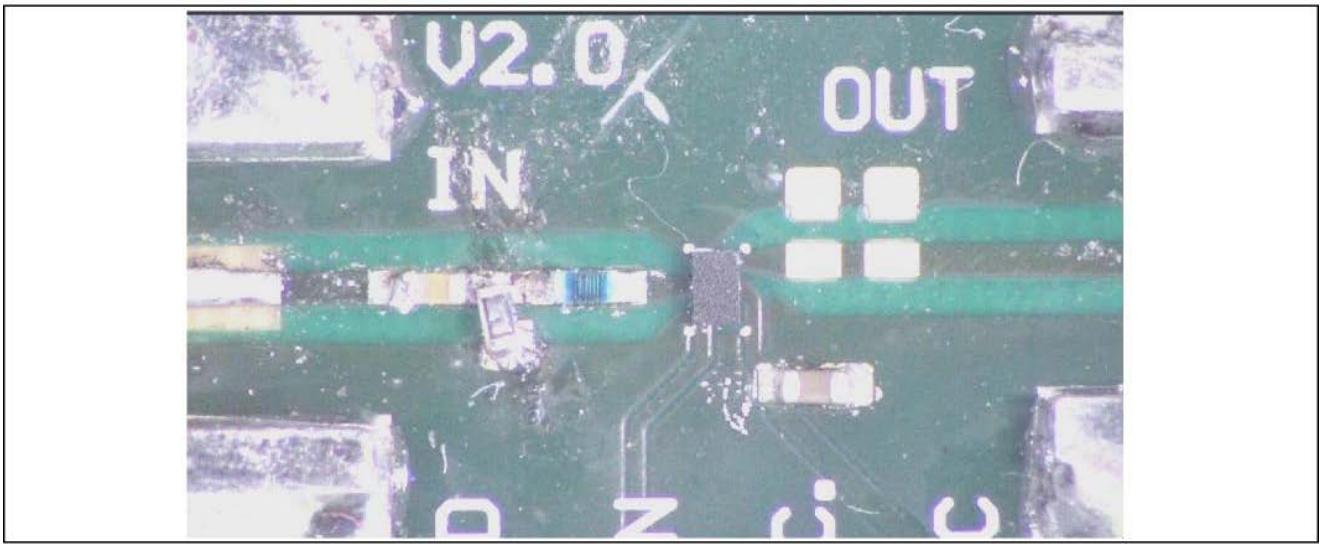


Figure 27　評価ボード オプション B (拡大図)

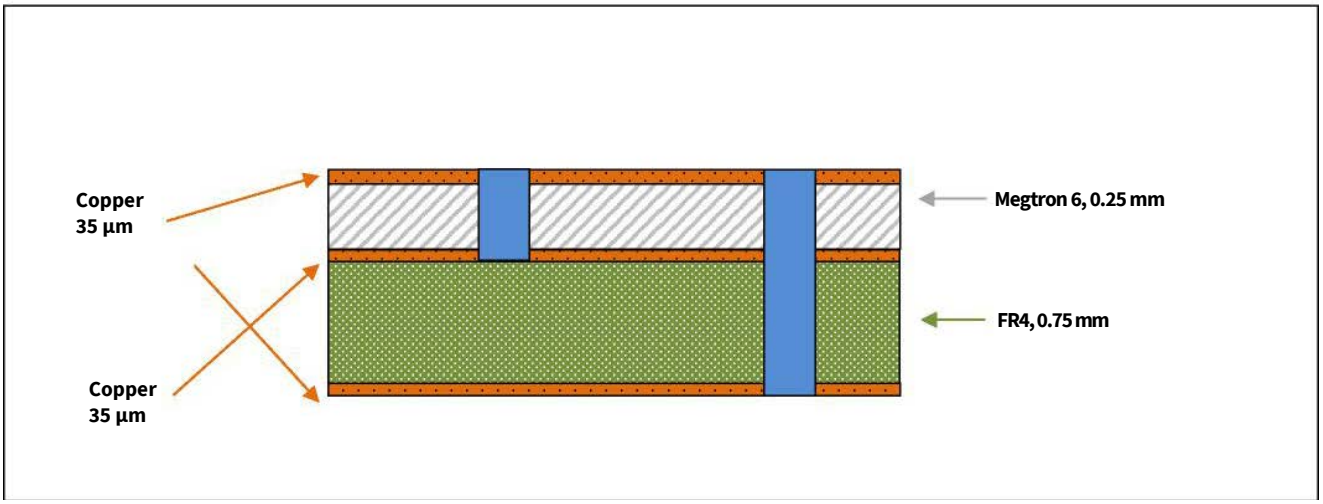


Figure 28　PCB レイヤー情報

改訂履歴

Document version	Date of release	Description of changes
1.0	2022-04-11	本版は英語版 AN626 BGA123N6 as low-current LNA for GNSS applications from 1550 MHz to 1615 MHz について、CYPRESS DEVELOPER COMMUNITY の参画者によって日本語に翻訳されたドキュメントです。

Trademarks of Infineon Technologies AG

µHVIC™, µIPM™, µPFC™, AU-ConvertIR™, AURIX™, C166™, CanPAK™, CIPOS™, CIPURSE™, CoolDP™, CoolGaN™, COOLiR™, CoolMOS™, CoolSET™, CoolSiC™, DAVE™, DI-POL™, DirectFET™, DrBlade™, EasyPIM™, EconoBRIDGE™, EconoDUAL™, EconoPACK™, EconoPIM™, EiceDRIVER™, eupec™, FCOS™, GaNpowIR™, HEXFET™, HITFET™, HybridPACK™, iMOTION™, IRAM™, ISOFACE™, IsoPACK™, LEDrivIR™, LITIX™, MIPAQ™, ModSTACK™, my-d™, NovalithIC™, OPTIGA™, OptiMOS™, ORIGA™, PowIRaudio™, PowIRStage™, PrimePACK™, PrimeSTACK™, PROFET™, PRO-SIL™, RASIC™, REAL3™, SmartLEWIS™, SOLID FLASH™, SPOC™, StrongIRFET™, SupIRBuck™, TEMPFET™, TRENCHSTOP™, TriCore™, UHVIC™, XHP™, XMC™
Trademarks updated November 2015

Other Trademarks
All referenced product or service names and trademarks are the property of their respective owners.

Edition 2022-04-11
Published by
Infineon Technologies AG
81726 Munich, Germany

© 2022 Infineon Technologies AG. All Rights Reserved.

Do you have a question about this document?
Email: erratum@infineon.com

Document reference
AN2011_PL55_2012_110027_JA

重要事項

本文書に記載された情報は、いかなる場合も、条件または特性の保証とみなされるものではありません（「品質の保証」）。本文に記された一切の事例、手引き、もしくは一般的価値、および／または本製品の用途に関する一切の情報に関し、インフィニオンテクノロジーズ（以下、「インフィニオン」）はここに、第三者の知的所有権の不侵害の保証を含むがこれに限らず、あらゆる種類の一切の保証および責任を否定いたします。

さらに、本文書に記載された一切の情報は、お客様の用途におけるお客様の製品およびインフィニオン製品の一切の使用に関し、本文書に記載された義務ならびに一切の関連する法的要件、規範、および基準をお客様が遵守することを条件としています。

本文書に含まれるデータは、技術的訓練を受けた従業員のみを対象としています。本製品の対象用途への適合性、およびこれら用途に関連して本文書に記載された製品情報の完全性についての評価は、お客様の技術部門の責任にて実施してください。

本製品、技術、納品条件、および価格についての詳しい情報は、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください（**www.infineon.com**）。

警告事項

技術的要件に伴い、製品には危険物質が含まれる可能性があります。当該種別の詳細については、インフィニオンの最寄りの営業所までお問い合わせください。

インフィニオンの正式代表者が署名した書面を通じ、インフィニオンによる明示の承認が存在する場合を除き、インフィニオンの製品は、当該製品の障害またはその使用に関する一切の結果が、合理的に人的傷害を招く恐れのある一切の用途に使用することはできないこと予めご了承ください。