

SCAN25100



Literature Number: JAJA427

SIGNAL PATH *designer*

Tips, tricks, and techniques from the analog signal-path experts

No. 107

特集記事.....1-7

次世代基地局向け
インターフェースと
ADCソリューション.....2

ワイヤレス・インフラ向け
ソリューション.....4-5

設計支援ツール.....8



RRH (Remote Radio Head) 基地局などの アプリケーションにおける シグナルパス・インターフェクトの遅延較正

— Dave Lewis, Interface Application Manager

システムの高速化と並列処理化が進むにつれて、シグナルパスの遅延較正がますます重要な要素になっています。システムではしばしば、中央処理装置 (CPU) から遠隔の A/D および D/A モジュールまでの遅延を認識する必要があります。そうすることによりシグナルパス相互間の遅延変動を補償することができます。遅延較正が有効な用途例には、ワイヤレス基地局、レーダー、試験機器、医療用イメージング、粒子加速装置などの高性能アプリケーションがあります。本稿では、基地局を例にとり、ナショナルのSCAN25100 シリアライザ/デシリアライザ (SerDes) を使って、高精度のDCM (遅延較正測定=Delay Calibration Measurement) を行う方法を紹介します。

基地局

ワイヤレス基地局では、設備投資や運転コスト低減のためにDSPとバックホール資源の一体化を進めながら、無線効率、運用のフレキシビリティおよびカバレッジの向上をはかる方法として、無線エレクトロニクス機能を基地局からアンテナに移行させる動きが強まっています。ただし、そうしたRRH (Remote Radio Head) の場合、中央基地局との同期に問題があり、また、各アンテナから基地局までのすべての遅延パスを較正することも課題です。本稿では、この2つのタイミング問題について詳しく考察します。

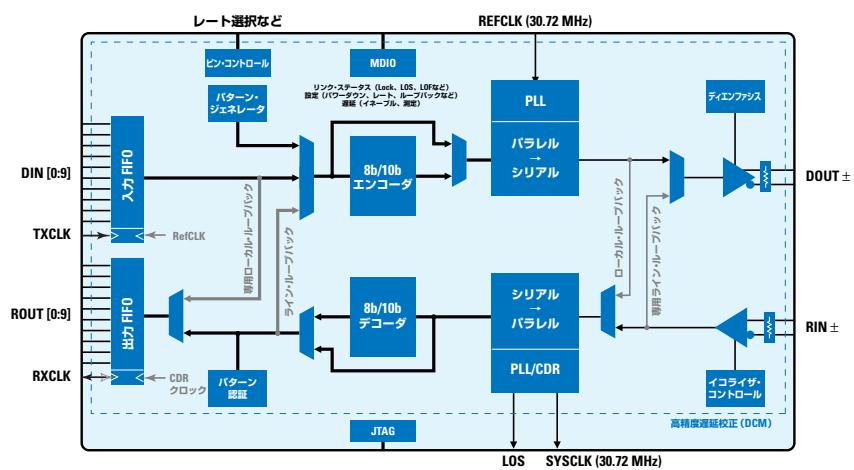


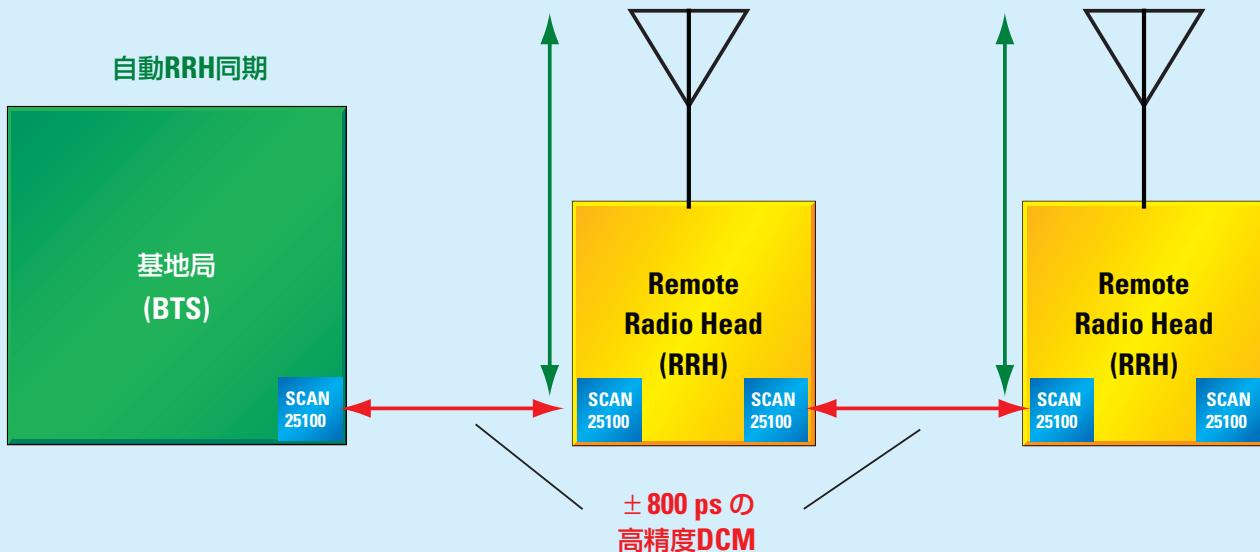
Figure 1. 次世代 CPRI SerDes: SCAN25100のブロック図

次号予告
電流ループ・トランスマッタ

 **National
Semiconductor**
The Sight & Sound of Information

次世代基地局向けインタフェースとADCソリューション

30.72 MHz クロック内蔵SerDes : SCAN25100を用いた高精度DCM (遅延較正測定)



SCAN25100 の特長

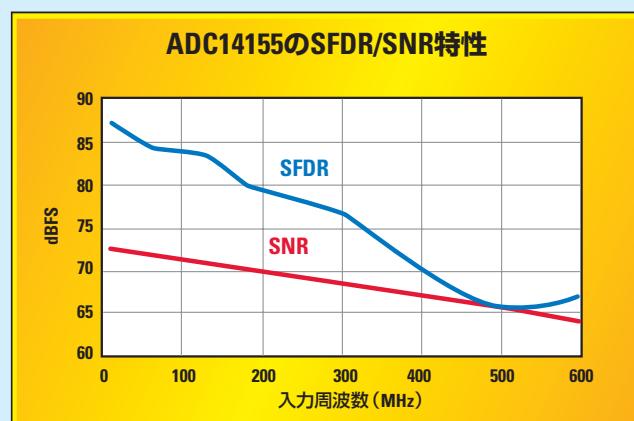
- ・伝送速度は2457.6 Mbps、1228.8 Mbpsおよび614.4 Mbps
- ・LV と HV CPRI v2.0両方の物理インタフェース要件をクリア
- ・優れたジッタ余裕度とリンク特性
- ・精度± 800 psの高精度遅延測定回路
- ・ディタミニスティックなチップ・レイテンシ
- ・自動RRH同期

- ・基準クロックを使用せずにレシーバをロック
- ・低位相ノイズの30.72 MHz 再生クロック出力
- ・Ref_{CLK}に左右されないシリアルライザ出力ジッタ特性
- ・-40°C から+85°C の産業用温度範囲
- ・TQFP-100 パッケージ

高速IFサンプリングを提供する、1.1 GHz 帯域幅の14ビット、155 MSPS A/Dコンバータ

ADC14155 の特長

- ・1.1 GHz のフルパワー帯域幅
- ・IFデジタル化速度は最大450 MHz
- ・低消費電力の3.3V / 1.8Vデュアル電源方式
- ・デューティ・サイクル・スタビライザ
- ・パワーダウン・モード
- ・ストレート・バイナリ形式または2'コンプリメント形式のデータ・フォーマット
- ・内部高精度1.0V基準電圧源
- ・データ・レディ出力クロック
- ・シングルエンドまたは差動クロック・モード
- ・LIP-48 パッケージ



ナショナルの無線基地局向け製品ラインナップの詳細は : www.national.com/jpn

シグナルパス・インターフェクトの遅延較正

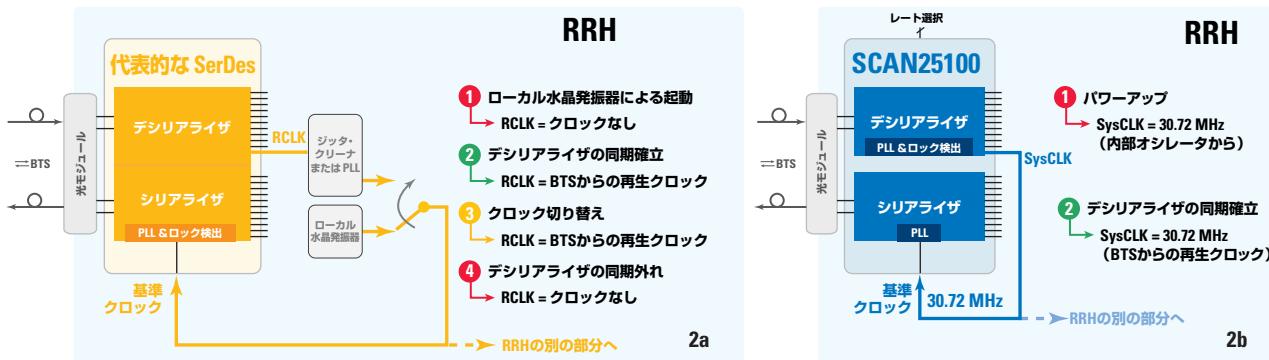


Figure 2aおよび2b. 代表的なSerDesを用いたRRH同期 (a) とSCAN25100を用いたRRH同期 (b)

RRH 同期

基地局 (BTS) とRRHは、シリアル・ファイバ・リンクを介して互いに遠く離れている場合が多いのですが、システムの初期化時には、RRHネットワーク全体を基地局と同期させなければなりません。データ、制御およびタイミングの信号はすべて、シリアル・ストリームで伝送され、パラレル伝送される高周波クロックは存在しないので、各RRHはタイミング情報をすべてシリアル・リンクから取り出す必要があります。RRHはまず、ローカルのオンボード・クロック・ソースを基に起動します。このモードでは、RRHはフリーランニングで、BTSには同期していません。BTSに同期させるには、SerDesがBTSからの入力ストリームにいったんロックしてから、SerDesの再生クロックにRRHを移行させる必要があります。ところが、多くのSerDesデバイスでは、デシリアライザのロック持続を決めるのに基準クロックを用いているため、このクロック切り替えでロックが解除される恐れがあります。クロックが切り替わる時、デシリアライザは基準クロックの位相と周波数の変化を認識し、ロック解除の決定がなされる可能性があり (Figure 2a)、その時は手順がロック取得モードへ逆戻りすることになります。この問題はどんな状況でも起こりうるわけではありませんが、フィールド現場に信頼性への不安を招きます。

ナショナルのSCAN25100 (Figure 1) は、別々に独立した送信用と受信用のPLL (フェーズ・ロック・ループ) およびオンチップ・オシレータを内蔵しており、デシリアライザは基準クロックを用いずにロック取得が可能です。SCAN25100は、SysCLKと呼ばれる専用のクロック出力によって、RRH同期をシームレスに自動化します。SysCLKは、起動時には、RRHロジックをアップ＆ランニングさせるため、SCAN25100のオンチップ・オシレータのクロックが反映されますが、デシリアライザが入力シリアル・ストリームにいったんロックされると、再生クロックへ移行します (Figure 2b)。SysCLK

はオンチップ・オシレータのクロックから再生クロックへスムーズに移行するので、ダウンストリームを構成する回路はその周波数のわずかな変化も追跡できます。SysCLKは低ノイズ出力であるため、シングル・ホップRRHアプリケーションではSysCLKをRefCLKに直接にフィードバックでき、ジッタ・クリーニングのコストと複雑さが軽減します。

Figure 1の通り、SCAN25100は4種類のクロックを持っています。TxCLKとRxCLKはパラレス・バス・データ・タイミング用のFIFOロジック・ストロープで、データのシリアル化やデシリアル化には関与しません。一方、RefCLKはシリアルライザによるデータのシリアル化に使用され、シリアル化されるデータ・ストリームのジッタを最小に抑えるため、低ジッタのクロックにする必要があります。SysCLKは、デシリアライザがロックされるまでは内部オンチップ・オシレータが反映され、デシリアライザをロックした後はBTSデータ・ストリームからの再生クロックに移行します。Figure 3の代表的な同期起動フロー・ダイアグラムに示したように、この周波数移行時には、パラレル・バスのオーバーフローまたはアンダーフローを防止するため、TxCLKはステイックなハイまたはローに保持する必要があります。

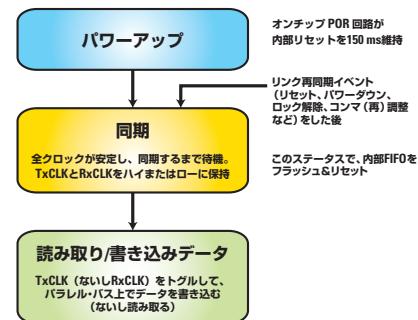
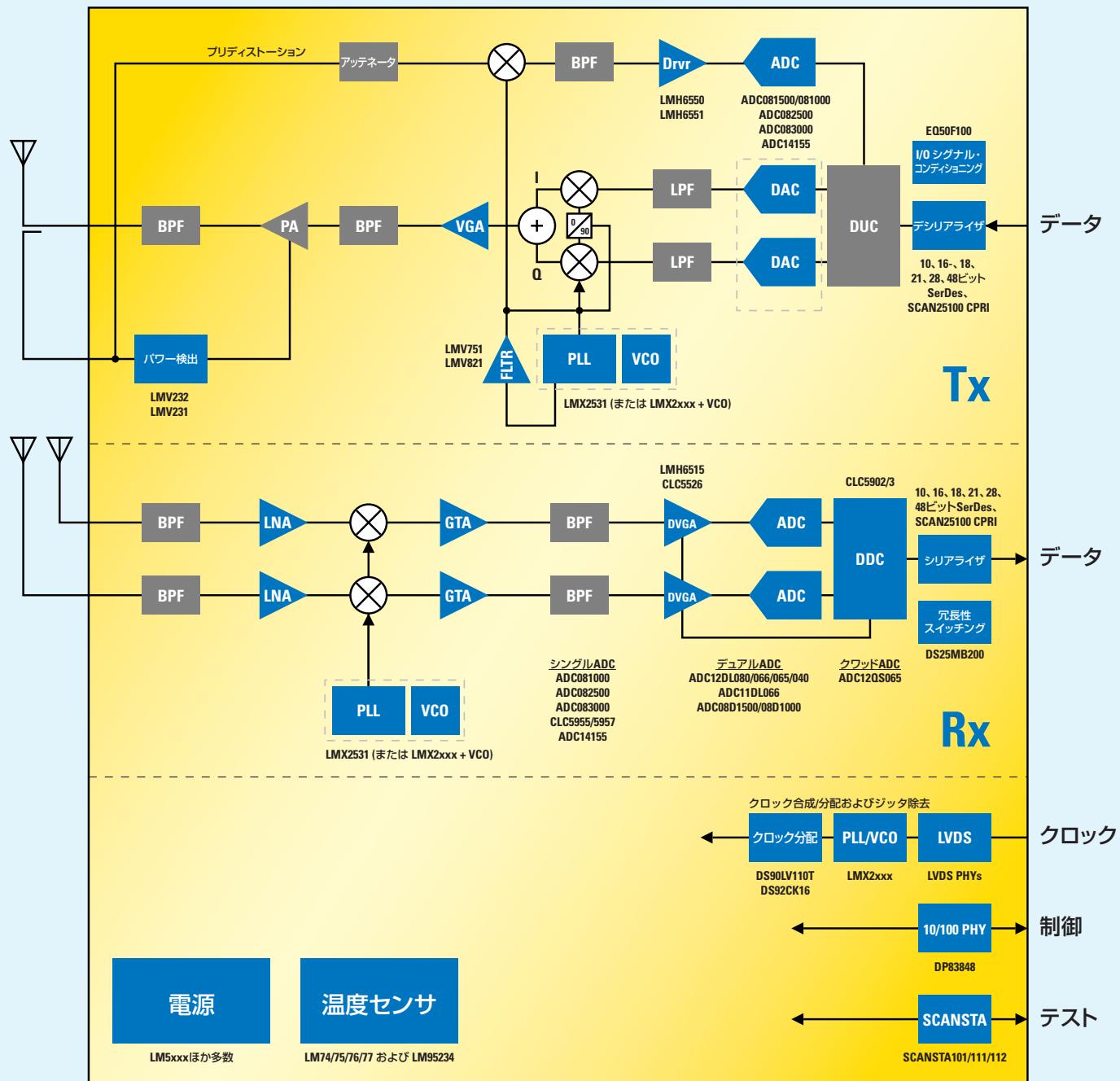


Figure 3. SCAN25100 のRRH同期起動フロー

ワイヤレス・インフラ向けソリューション

代表的なワイヤレス・ダイアグラム



ナショナルの無線基地局向け製品ラインナップの詳細は：www.national.com/jpn

製品セレクションガイド

高速A/Dコンバータ

製品名	分解能	最大速度 (MSPS)	電源電圧 (V)	消費電力 (mW)	SFDR (dB)	THD (dB)	ENOB (bit)	SNR (dB)	パッケージ
14ビットADC									
ADC14L040	14ビット	40	3.3	236	90	87	11.9	73	LOFP-32
ADC14155	14ビット	155	3.3	980	84	-81	11.5	71	LLP-48
8ビットADC									
ADC081000	8ビット	1000	1.9	1450	59	-57	7.5	48	LOFP-128 exp pad
ADC081500	8ビット	1500	1.9	1200	56	-54.5	7.4	47	LOFP-128 exp pad
ADC082500*	8ビット	2500	1.9	1750	57.5	-55	7.25	45.6	LOFP-128 exp pad
ADC083000*	8ビット	3000	1.9	1800	57.5	-55	7.25	45.6	LOFP-128 exp pad
ADC08D1000	8ビット デュアル	2000	1.9	1600	55	-55	7.4	47	LOFP-128 exp pad
ADC08D1500	8ビット デュアル	3000	1.9	1800	56	-54.5	7.4	47	LOFP-128 exp pad
ADC14C105*	14ビット	105	3.3	400	86	82	11.7	72.5	LLP-32

2/2.5G デジタル・ダウン・コンバータ (DDC)

製品名	説明
CLC5903	AGCコントロールおよび1.8Vコア電圧付き 14ビット入力分解能 78 MSPS DDC。 290 mWの超低電力消費。SFDRは100 dB、SNRは127 dB、チューニング分解能は0.02 Hz。

高精度アンプ

製品名	説明	I _{cc} /Ch (mA)	V _{os} (mV)	GBW (MHz)	ノイズ (nV/√Hz)	パッケージ
LMP7701/2/4	高精度シングル/デュアル/クワッド	0.7	0.2	2.5	9	SOT23-5、MSOP-14、TSSOP-14
LMP7711/12	高精度シングル/デュアル	1.15	0.15	17	5.8	SOT23-6、MSOP-10
LM6211	低ノイズ5~24Vシングル、CMOS入力	1.05	2.5	20	5.5	SOT23-5

高速アンプ

製品名	種類	スルーレート (V/μs, A _v =1)	小信号帯域幅 (MHz, A _v =1)	I _{cc} (mA/ch)	2次/3次HD (R _l =100Ω)	電圧ノイズ (nV/√Hz)	パッケージ
LMH6550	シングル差動I/Oアンプ	3000	400	20	-78/-88 @ 20 MHz	6	SOIC-8、MSOP-8
LMH6551	シングル差動I/Oアンプ	2400	370	12.5	-94/-96 @ 5 MHz	6	SOIC-8、MSOP-8
LMH6702	シングル・オペアンプ	3100	1.76 GHz	12.5	-63/-72 @ 60 MHz	1.8	SOT23-5、SOIC-8
LMH6703	シングル・オペアンプ	4500	1.26 GHz	11	-69/-90 @ 20 MHz	2.3	SOT23-5、SOIC-8
CLC5526	デジタル制御可変ゲイン・アンプ	—	350	48.0	-67/-71 @ 150 MHz	2.2	SSOP-20

RF ディテクタ

製品名	アプリケーション	ディテクタ	チャネル	レンジ	パッケージ
LMV221*	3G、WCDMA、CDMA、UMTS、TD-SCDMA	ログアンプ	1	40 dB、3.5 GHz	LLP-6
LMV232	3G、WCDMA、UMTS、TD-SCDMA	平均二乗論理型	2	20 dB、2.2 GHz	micro SMD

インターフェース

製品名	Mux比	機能	#Ser	#Des	クロック速度 (MHz)	最大レート/Ch (Mbps)	最大スルーフット (Mbps)	温度	パッケージ	評価キット
8b/10b CPRI 基地局用SerDes										
SCAN12100	8:1	SerDes	1	1	30.72	614.4, 1228.8		-40~+85°C	TQFP-100	SCAN25100EVK
SCAN25100	8:1	SerDes	1	1	30.72	614.4, 1228.8, 2457.6		-40~+85°C	TQFP-100	SCAN25100EVK
バッファ										
DS25BR400	クワッドCMLバッファ	8	8	8	ループバック	LVDS/LVPECL/CML	CML	0/-3/-6/-9	0/5	2500
DS42BR400	クワッドCMLバッファ	8	8	8	ループバック	LVDS/LVPECL/CML	CML	0/-3/-6/-9	0/5	4250
マルチブレクサおよびMUX/バッファ										
DS25MB200	デュアル 2:1/1:2 mux//バッファ	6	6	2:1/1:2, LB	LVDS/LVPECL/CML	CML	0/-3/-6/-9	0/5	2500	LLP-48
DS40MB200	デュアル 2:1/1:2 mux//バッファ	6	6	2:1/1:2, LB	LVDS/LVPECL/CML	CML	0/-3/-6/-9	0/5	4000	LLP-48

* 開発中

¹ この欄のディエンファシス機能付きCMLデバイスのdB値はマイナスです。

シグナルパス・インターフェクトの遅延較正

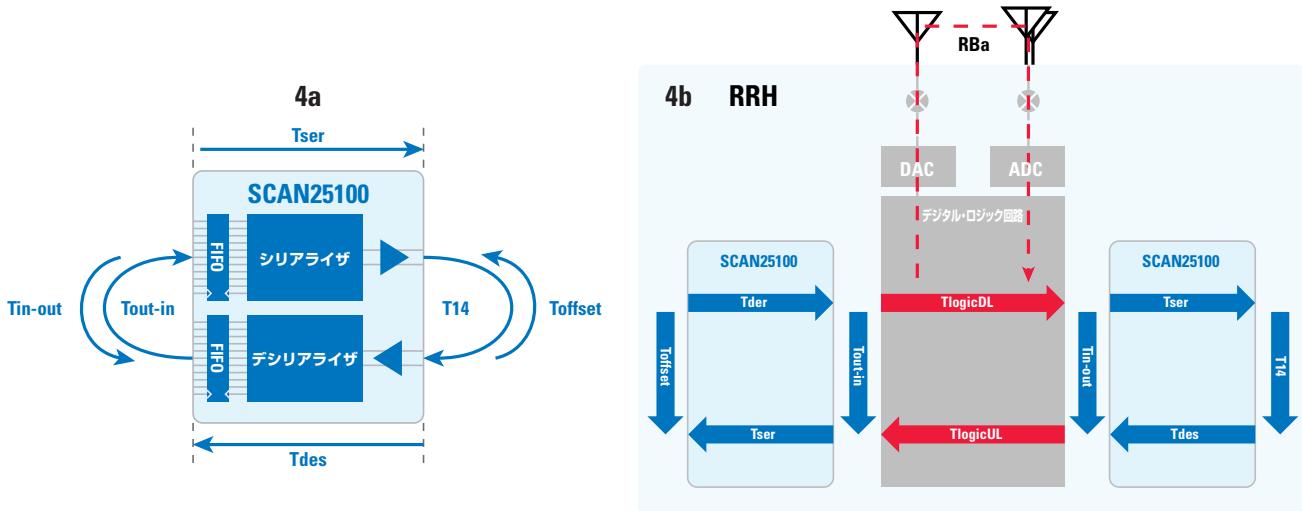


Figure 4a, および4b. SCAN25100の遅延較正測定の動作 (a) と結果 (b)、RRH内遅延測定の例

遲延較正

システムを起動し、RRHをBTSに周波数ロックした後は、エア・インターフェースのタイミング要件を満たせるよう、システムのRRH/BTS間のすべての遅延を較正する必要があります。基地局での遅延測定は通常、フレーム・タイミングを使って行います。たとえば、CPRI 基地局規格では、RRH/BTS 間の遅延は $(T14 - T_{OFFSET}) / 2$ と規定しています。T14 は BTS でのハイパーフレームの受信/送信間の遅延、 T_{OFFSET} は RRH でのハイパーフレームの受信/送信間の遅延です。システムが同期状態にあり、ハイパーフレームが固定長で、RRH/BTS 間インターフェースの遅延が双方向で同じ（たとえば、双方向の光ファイバを 1 本に束ねた場合）と仮定した場合、インターフェースの遅延はちょうど、リンクの両側で測定されたハイパーフレームの着信と発信のタイム差になります。

SCAN25100 は、T14 と T_{OFFSET} の両遅延およびSCAN25100自身の遅延を直接にレポートする機能を持ち、遅延較正を単純化します (Figure 4a)。加えて、SCAN25100は、ナショナルが T_{IN-OUT} および T_{OUT-IN} と呼ぶ値も測定します。 T_{IN-OUT} と T_{OUT-IN} は T14 と T_{OFFSET} に似ていますが、T14 と T_{OFFSET} はシリアル・バスで測定されるのに対して、 T_{IN-OUT} と T_{OUT-IN} はパラレル・バスで測定されます。それはつまり、 T_{IN-OUT} と T_{OUT-IN} はデジタル・ロジック遅延の測定に使用でき、ループバック機能を用いればアナログRFシグナルバスの遅延測定にも使えるということです (Figure 4b)。

RRHシステムの遅延測定精度の要件は、通常は約10 nsオーダーですが、RRHをカスケード接続したマルチホップ RRHネットワークでは、各ホップからの遅延測定誤差が加わるため、より高い精度が要求されます。SCAN25100の最低精度保証は、T14と T_{OFFSET} については ± 800 ps、Tser、Tdes、 T_{IN-OUT} および T_{OUT-IN} については ± 1.2 nsにのぼり、基地局のシステムのタイミング・コントロールはより高信頼性・高精度へと向上します。すべての遅延測定は、必要に応じて5ms（ミリ秒）ごとの頻度で、トランスペアレント（データ・ストリームが中断されずに）に実行され、システムは全耐用期間にわたって遅延変動を追跡できます。

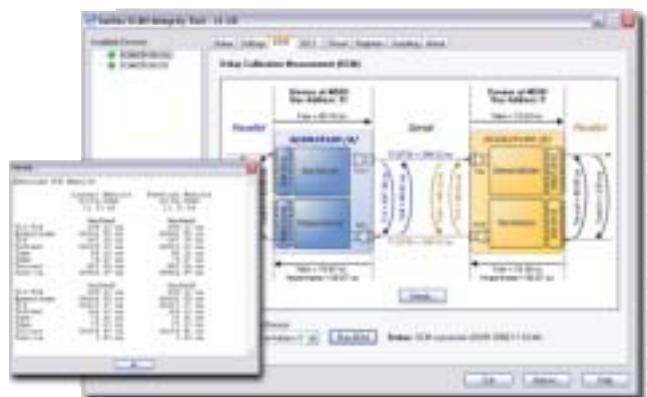


Figure 5. SCAN25100 の評価ソフトウェアによるDCM測定結果の表示

光ファイバ測定

従来、基地局の遅延は専用のテスト装置を使って較正し、時間の経過につれて大きく変動することは想定していないのが通例でした。しかし、分散型RRHネットワークの場合は広域をカバーしており、BTS/RRH間のファイバ・インターフェクト遅延は温度変化によって大きく変動することがあります。たとえば、15 km長のシングルモード・ファイバの温度が-40°Cから+40°Cまでの範囲で変動すると、≈37nsの遅延シフトが生じます (Figure 6)。その時は、1ホップ後に基地局のタイミング要件から逸脱してしまうことが十分に考えられます。

ファイバ遅延変動	31 ps/°C/km
温度範囲	X 80°C (-40 ~ +40°C)
ファイバ長	X 15 km
総遅延変動	37.2 ns

Figure 6. シングルモード・ファイバの伝播遅延変動
80°Cの温度変化があった場合

SCAN25100の遅延測定の分解能、すなわち粒度は≈200psで、RRHファイバ・リンクの温度変化による小さな遅延変動を追跡で

きます。これを実証するため、ナショナルは、長さ1 kmのシングルモード・ファイバ・スプールを断熱性の高いボックスに収納し、温度を約20°Cから45°Cへゆっくり上昇させながら、SCAN25100を用いて、ファイバ遅延をモニタする実験を行いました。実験結果は、一貫して31 ps/°C/kmの特性を示しました (Figure 7)。この値は、粒子加速器を担当する物理学者が公表した調査結果とぴったり一致します。

結論

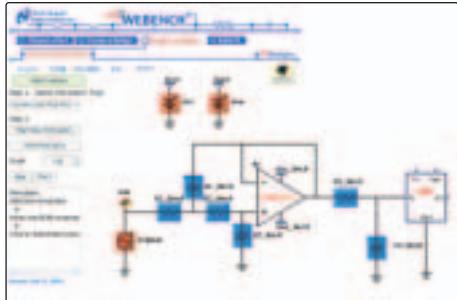
自動同期と高精度遅延較正の機能を備えたSCAN25100を採用すれば、分散型リモート無線基地局システムの設計が容易になります。しかも遅延較正精度が高いので、信号取得/処理分野で新しいパラレルな取り組みへの道も開きます。たとえば、基地局では、SCAN25100の高精度の遅延較正測定機能を用いて、独立したRRHリンクを介した、より広域なリモート・アンテナ配置が可能になり、ダイバーシティが高まります。将来的には、システム設計者はカバレッジと無線容量の増大をはかる一方で、マルチエレメント・アンテナのクラスタ (集合体) を調整して干渉を低減できるでしょう。また、SCAN25100を非基地局アプリケーションにも同様に適用して、様々なパラレル信号取得/処理パス上で信号の位相や周波数を一致させることも可能です。■



Figure 7. 実験結果: SCAN25100を用いて温度変化によるファイバ遅延変動を追跡したもの

設計支援ツール

WEBENCH® Signal-Path Designer 回路設計ツール



ナショナルは、簡単な操作で回路設計を加速するSignal-Path DesignerをWEBENCHプラットフォーム上で提供しています。

機能

- アンチ・エイリアシング・フィルタの合成
- アンプの選択、A/Dコンバータとの最適な組み合わせを選定
- SNR、SDFR、電源電圧にもとづくトレードオフ
- SPICEを使用した実際の動作環境でのシミュレーション

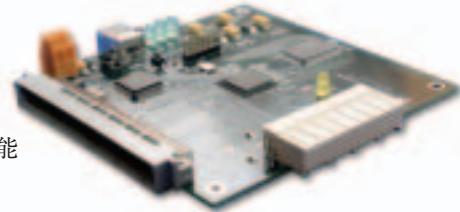
webench.national.com/jpn

WaveVision 4.0評価ボード

A/Dコンバータのテストと評価には、使いやすいナショナルのWaveVision 4.0評価ボードを。各評価ボードはUSBインターフェースを備え、ソフトウェアが同梱されています。

特長と利点

- プラグ・アンド・プレイなADC評価ボード
- パソコンと接続するUSBインターフェース
- パソコン上で動作するデータ・キャプチャ機能
- データ・キャプチャと評価が容易
- 高調波とSFDR周波数を表示
- 波形確認が容易
- FFTグラフの生成と表示
- FFTと合わせてダイナミック性能パラメータを表示
- ヒストグラムの生成と表示



ナショナルの
シグナルバス製品サイト:
www.national.com/JPN/signalpath

お問い合わせ:
JPN.Feedback@nsc.com



どの号もお見逃しなく！

Signal Path Designerのバックナンバーは
ナショナルのサイトでご覧いただけます。

signalpath.national.com/jpndesigner

Power Designerもぜひお読みください。
オンラインで提供しています。

power.national.com/jpndesigner



ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

〒135-0042 東京都江東区木場2-17-16
TEL 03-5639-7300 (大代表) www.national.com/jpn/



The Sight & Sound of Information

© National Semiconductor Corporation, 2006. National Semiconductor, LMH, LLP, Signal Path Designer, and WEBENCH are registered trademarks of National Semiconductor. All other brand or product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

570088-007-JP

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）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の標準販売契約款に従って販売されます。

TI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ー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。

TI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。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合せ、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おりません。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、保証もしくは是認するという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ぬ場合もあります。

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公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。

Copyright © 2011, 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. 溫・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。）

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、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、かつ不公正で誤認を生じさせる行為です。TI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。

TI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TI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おりません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」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件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もされていませんし、また使用されることを意図されておりません。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。

- 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