

# ZL30731 - ZL30735

## 最大 5 チャンネル、10 入力、20 出力 PTP & SyncE ネットワーク シンクロナイザの製品概要

### 特長

#### ハイライト

- 最大 5 個の独立したクロック チャンネル
- チャンネルごとに任意周波数から任意周波数への変換
- 入力：最大 10 個、差動またはシングルエンド
- 出力：最大 10 の差動、最大 20 の CMOS
- 156.25 MHz の出力ジッタ (12 KHz ~ 20 MHz 範囲) は 100 fs<sub>RMS</sub> (typ.)
- コア消費電力 < 0.9 W
- MiToDSync™ 1-Wire 時刻インターフェイス、入出力
- MiToDBasic™ 3-Wire 時刻インターフェイス、出力

#### パケット ネットワーク上の周波数と位相

- パケット / 物理層の周波数、位相、時刻同期
- ITU-T G.8262, G.8262.1, G.813, G.812, Telcordia GR-1244, GR-253 の物理層に準拠
- ITU-T G.8261, G.8263, G.8273.2( クラス A, B, C, D), G.8273.4 のパケット タイミングに準拠
- 100 ns 未満の時間 / 位相アラインメント要件を持つ 5G 無線アプリケーションを実現

#### 入力クロック

- 最大 10 個の差動入力または CMOS 入力を受け入れ
- 0.5 Hz ~ 1250 MHz の任意の入力周波数
- 入力ごとのアクティビティと周波数の監視
- 自動または手動の入力リファレンス クロック切り換え
- 切り戻しまたは非切り戻しの切り換え
- 任意の入力を 0.5 Hz ~ 8 kHz の同期入力として使い、Ref-Sync 周波数 / 位相 / 時間ロックが可能
- 任意の入力を Sync 組み込みのクロックとして使用可能
- 入力位相計測、分解能 1 ps
- 入力ごとの位相調整、分解能 1 ps

#### 最大 8 個の DPLL

- ヒットレス (無瞬断) 入力リファレンス クロック切り換え
- 高分解能ホールドオーバー平均化
- DPLL ごとの位相調整、分解能 1 ps
- プログラマブルな帯域幅、トラッキング レンジ、位相変動制限、周波数変動制限、その他の高度な機能
- ギャップ付きクロック入力信号へのロック
- 1 Hz 入力への高速ロック (テスト条件により 3 ~ 60 秒)

#### 出力クロック

- 0.5 Hz ~ 750 MHz の任意の周波数
- 各 OUTP/N ペアを LVDS、LVPECL、2xCMOS、Low-V<sub>CM</sub>、またはプログラマブルな差動として使用可能
- 2xCMOS モードでは、P ピンと N ピンを異なる周波数に設定可能 (125 MHz と 25 MHz 等)
- 出力ペアごとの VDD、1.8 V ~ 3.3 V の CMOS 電圧
- シンセサイザごとの位相調整、分解能 1 ps
- 出力ごとのデューティ サイクル調整
- 高精度な出力アラインメント回路と出力ごとの位相調整
- 出力ごとのイネーブル / ディセーブルとグリッチレスな始動 / 停止 (High または Low で停止)

#### ローカル オシレータ

- 1 つのオシレータで動作 (9.72 MHz ~ 400 MHz)
- 超低ジッタ アプリケーションでは、安定性の基準として TCXO または OCXO、ジッタの基準として低ジッタ XO を接続可能

### 特長

- 電源投入時に内部フラッシュメモリからセルフコンフィグレーションを自動実行 (7 つのコンフィグレーション)
- 入力と出力間のアラインメントは 100 ps 未満
- 各 DPLL と各シンセサイザで NCO (数値制御オシレータ) 動作
- 設定が簡単で、外部の VCXO またはループフィルタコンポーネントが不要な設計
- 多くの動作が可能な 5 つの GPIO ピン、各 REF を GPI として各 OUT を GPO として使用可能
- SPI または I<sup>2</sup>C プロセッサインターフェイス
- 1.8 V と 3.3 V のコア VDD 電圧
- 使いやすい評価用 / プログラミング ソフトウェア

### アプリケーション

- SyncE、SyncE+1588、ルータ、スイッチ、OTN、その他のキャリアグレードのシステム向け中央システム タイミング IC
- 無線基地局 (3G、W-CDMA、4G/LTE、LTE-A、5G)
- RRU (リモート無線ユニット)、RAN (無線アクセス ネットワーク)、スモールセル、無線バックホール、無線リピータ

# ZL30731 - ZL30735

## 1.0 ブロック図

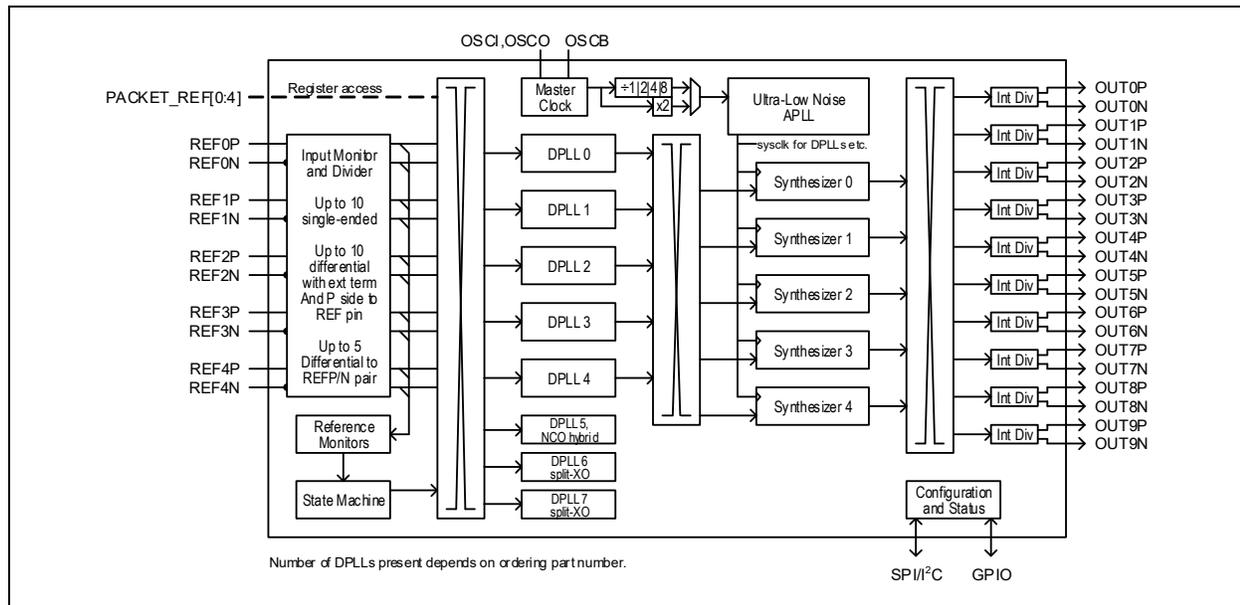


図 1-1: 機能ブロック図

## 2.0 アプリケーション

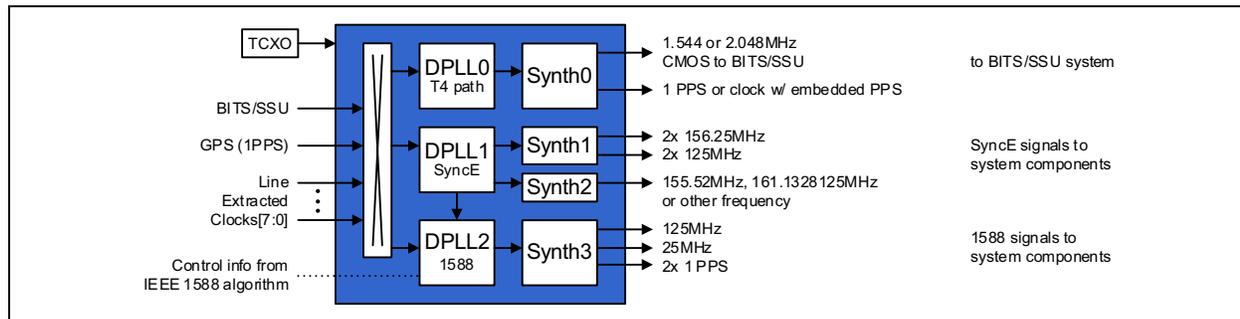


図 2-1: シンクロナス Ethernet と IEEE 1588 の標準時刻アプリケーション

## 3.0 詳細な特長

### 3.1 全般

- 最大 5 個の独立したクロック チャンネル
- 1 つの水晶振動子またはクロック オシレータで動作
  - ジッタを最小にするには  $\geq 48$  MHz
  - 総周波数レンジは 9.72 MHz ~ 400 MHz
- SPI または I<sup>2</sup>C インターフェイス経由で設定可能
- 内部不揮発性メモリ
  - 工場を設定可能な電源投入時コンフィグレーション
  - 複数回書き込み / 再書き込み可能
- 既定値設定は SPI/I<sup>2</sup>C でオーバーライド可能

## 3.2 入力ブロックの特長

- 10 個のリファレンス入力ピン、各ピンで 1 つの CMOS 信号または差動ペアの POS 側を受け入れ、または 2 つのピンをペアにして差動ペアの両側を受け入れ可能
- 任意の入力を SYNC 信号 (0.5 Hz ~ 8 kHz) として使い、Ref-Sync 周波数 / 位相 / 時間ロックが可能
- 任意の入力を Sync 組み込み信号を持つクロックとして使用可能 (0.5 Hz ~ 1 kHz、Sync 用のデューティ サイクル歪み)
- 任意の入力を、1 ~ 3 チャンネルの周波数 / 位相 / ToD 情報を伝播する MiToDSync 信号として使用可能
- 入力クロックは 0.5 Hz から最大 1250 MHz までの任意の周波数に設定可能 (CMOS 入力では最大 300 MHz)
- サポートされる通信周波数は PDH、SDH、シンクロナス Ethernet、OTN、無線
- プログラマブルな周波数とシングルサイクル モニタで入力を常時監視
- 計測された周期が正しくない場合、シングルサイクル モニタは素早くリファレンスを失効させる事が可能
- 周波数の計測と監視 (粗粒度、細粒度、周波数ステップのモニタ)
- PHY からの LOS 信号に応答するための GPIO または GPI のアサートにおける入力クロックの無効化 (オプション)
- 入力位相計測、分解能 1 ps
- 入力ごとの位相調整、分解能 1 ps
- 各 REF ピンを GPI (汎用入力) として使用可能

## 3.3 DPLL の特長

- 最大 8 個の DPLL: クロック I/O チャンネル用に最大 5 個、NCO ハイブリッド モード (SyncE アシスト) 用に 1 個、スプリット XO 構成で OCXO にロックするために 2 個
- きわめて高分解能の DPLL アーキテクチャ
- ステートマシンはフリーラン、トラッキング、ホールドオーバーの各ステート間を自動的に移行
- 切り戻しまたは非切り戻しのリファレンス選択アルゴリズム
- プログラマブルな帯域幅 (0.1 mHz ~ 470 Hz)
- ゲインピーキングは 0.1 dB 未満
- 1PPS またはクロック +1PPS 入力リファレンスを実現する高速周波数 / 位相 / 時間ロック機能
- プログラマブルな PSL (位相変動制限)
- プログラマブルな FCL (周波数変動制限)
- プログラマブルなトラッキング レンジ (ホールドイン レンジ)
- 真のヒットレス入力リファレンス クロック切り換え
- DPLL ごとの位相調整、分解能 1 ps
- 高分解能な周波数および位相計測 (4e-15、1 ps)
- 入力クロックの障害を素早く検出し、ホールドオーバー モードに移行
- 高分解能ホールドオーバー周波数平均化
  - 10 Hz 未満のフィルタを使う場合、初期オフセットは 10 ppb より良好
  - 0.1 Hz 未満のフィルタを使う場合、初期オフセットは 1 ppb より良好
  - 0.01 Hz 未満のフィルタを使う場合、初期オフセットは 0.1 ppb より良好
  - 0.001 Hz 未満のフィルタを使う場合、初期オフセットは 0.01 ppb より良好 (24 時間で 864 ns に相当)
- ロック動作中のオシレータの特性を学習する事で、オシレータのエージングと温度変化のホールドオーバー補償をサポート
- 時刻レジスタ: 48 ビット秒、32 ビットナノ秒、入力 PPS エッジで書き込み可能

## 3.4 シンセサイザの特長

- 低ジッタ、低消費電力、任意周波数の次世代シンセサイザを 5 個搭載
- 合計で 5 つの出力周波数ファミリ
- 0 ppm の誤差で任意周波数から任意周波数へ変換
- 設定が簡単で、外部の VCXO またはループフィルタ コンポーネントが不要な完全にカプセル化された設計
- OC-192、STM-64、1G、10G、40G、100G、400G Ethernet ジッタ要件に適したジッタ

# ZL30731 - ZL30735

---

## 3.5 出力クロックの特長

- 任意のシンセサイザから最大 20 個のシングルエンド出力、最大 10 個の差動出力を生成可能
- 各出力は 1 つの差動出力または 2 つの CMOS 出力として使用可能
- 出力クロックは 0.5 Hz から 750 MHz までの任意の周波数に設定可能 (CMOS の場合、最大 250 MHz)
- 出力ジッタは 156.25 MHz とその他多くの周波数 (12 kHz ~ 20 MHz) において 100 fs<sub>RMS</sub> (typ.)
- CMOS モードでは、OUTxN 周波数は OUTxP 周波数の整数分の 1 にする事が可能 (例 1: OUT3P は 125 MHz で、OUT3N は 25 MHz。例 2: OUT2P は 25 MHz で、OUT2N は 1 Hz)
- 出力は LVDS、LVPECL、HCSL、CMOS コンポーネントと直接インターフェイス (DC 結合)
- サポートされる通信周波数は PDH、SDH、シンクロナス Ethernet、OTN
- マイクロプロセッサ、ASIC、FPGA、その他のコンポーネント用のクロック周波数を生成可能
- PCIe Gen 1 ~ 5 のクロックを生成可能
- 各出力ペアをクロック + 組み込み Sync 信号 (0.5 Hz ~ クロック分周比 4) として使用可能
- 各出力ペアを 1 ~ 3 チャンネルの周波数 / 位相 / ToD 情報を伝播する MiToDSync 信号として使用可能
- 高度な出力間の位相アラインメント
- シンセサイザごとの位相調整、分解能 1 ps
- 出力ごとの位相調整によるトレース遅延への対応またはシステム配線パスの補償
- 出力ごとのデューティ サイクル / パルス幅コンフィグレーション
- 出力ごとのイネーブル / ディセーブル
- 出力ごとのグリッチレスな始動 / 停止 (High または Low で停止)
- 各 OUT ピンを GPO (汎用出力) として使用可能
- 各 OUT ピンを MiToDBasic データ信号として使い、MHz クロック出力と 4 kHz 同期出力と組み合わせて 1 ~ 3 チャンネルの周波数 / 位相 / ToD 情報を伝播する 3-Wire MiToDBasic インターフェイスを形成可能

## 3.6 ローカル オシレータ

- 1 つのオシレータで動作 (デバイスのジッタ基準)。許容可能な周波数: 9.72 MHz ~ 400 MHz。最高のジッタ:  $\geq 48$  MHz。
- 超低ジッタ アプリケーションでは、安定性の基準として TCXO または OCXO (任意の周波数、任意の出力ジッタ)、ジッタの基準として低コストの低ジッタ XO を接続可能
- ジッタの基準と安定性の基準を別々に持つ事ができるため、TCXO または OCXO のコストを大幅に削減可能 (ジッタ要件なし、高周波要件なし) で、既に認定済みの TCXO および OCXO 部品を再利用可能
- 2 本の REF ピンに接続された冗長な TCXO または OCXO をサポート

## 3.7 特長

- 電源投入時に内部フラッシュメモリからセルフ コンフィグレーションを自動実行
- 入力と出力間のアラインメントは 200 ps 未満、外部フィードバック付き
- 低コストのオシレータを使って周波数と 1PPS の位相アラインメントを実現する高速 Ref-Sync ロック
- 出力 SYNC 信号を生成: 1PPS (IEEE 1588)、2 kHz または 8 kHz (SONET/SDH)、またはその他の周波数
- JESD204B クロッキング: クロックと SYSREF 信号の生成、スキュー調整付き
- NCO (数値制御オシレータ) の動作により、システム ソフトウェアで DPLL 周波数またはシンセサイザ周波数を 0.005 ppt より優れた分解能で制御可能
- 各シンセサイザでスペクトラム拡散変調を利用可能 (PCIe 準拠)
- それぞれ多くのステータスと制御オプションを取り得る 5 つの汎用 I/O ピン
- SPI または I<sup>2</sup>C シリアル マイクロプロセッサ インターフェイス

## 3.8 評価用ソフトウェア

- シンプルで直感的な Windows ベースのグラフィカル ユーザ インターフェイス
- デバイスの全機能とレジスタ フィールドをサポート
- ラボでの評価を素早く簡単にする
- コンフィグレーション スクリプトを生成
- 評価用ボードの有無を問わず動作可能

## 4.0 ソフトウェアの特長

下図に時刻同期アルゴリズムのシステム環境を示します。以下のセクションに時刻同期アルゴリズムの特長を挙げます。

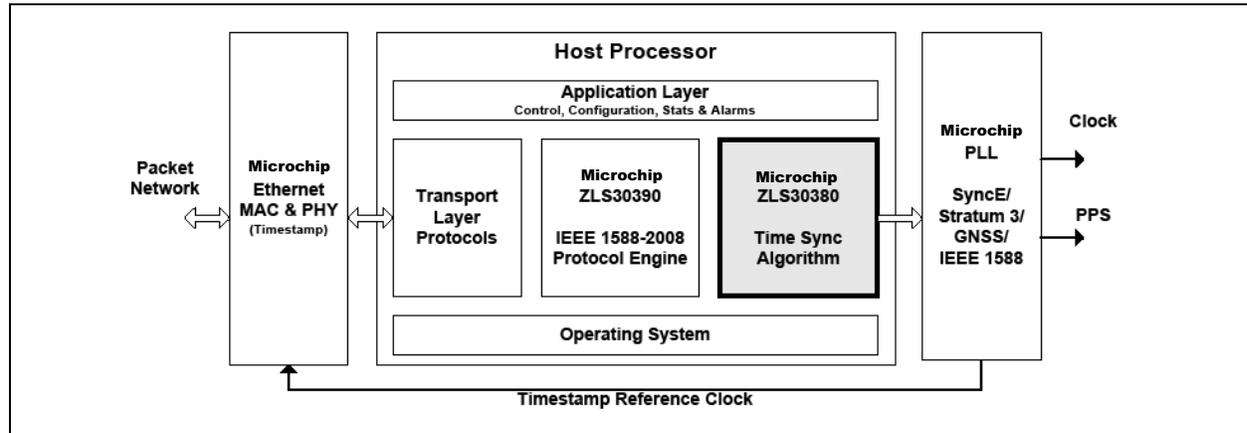


図 4-1: 時刻同期アルゴリズムのシステム環境

### 4.1 時刻同期アルゴリズム

時刻同期アルゴリズムはローカルクロックを選択したサーバに正確に同期させる役割を果たします。時刻同期アルゴリズムはクライアントをサーバに同期し、周波数精度 (FFO)、周波数 (MTIE、TDEV)、位相 (1 Hz または 1 PPS)、時間 (UTC & GNSS/GPS) に関連する各種仕様またはアプリケーションに適合させます。

時刻同期アルゴリズムは各種ホストプロセッサアーキテクチャで実行でき、SoC に組み込む事も、専用の小規模 CPU (Microchip 社の SmartFusion2 SoC FPGA 等) 上で動作する事もできます。時刻同期アルゴリズムは幅広いソフトウェアプログラマブルクロックジェネレータ (Microchip 社のネットワークシンクロナイザ PLL 等)、プロトコルエンジン (Microchip 社の ZLS30390 IEEE 1588-2008 プロトコルエンジン等)、ハードウェアタイムスタンプを実行する下層の Ethernet MAC および PHY と相互に接続します。

### 4.2 エンドアプリケーションのターゲット性能

時刻同期アルゴリズムは以下のような多くのエンドアプリケーションに適しています。

- 周波数オフセット精度性能は GSM、WCDMA-FDD、LTE-FDD フェムトセル、スモールセル (住居用、都市部用、農村部用、エンタープライズ用)、ピコセル、マクロセルアプリケーションに対応 ( $\pm 15$  ppb 未満のターゲット性能)。
- 周波数性能は ITU-T G.823、G.824 同期インターフェイス、G.8261 PNT EEC、PNT PEC、CES インターフェイス仕様に対応。
- 位相同期性能は WCDMA-TDD、モバイル WiMAX、TD-SCDMA、CDMA2000、LTE-TDD、LTE-A、LTE-A Pro、5G NR フェムトセル、スモールセル (住居用、都市部用、農村部用、エンタープライズ用)、ピコセル、マクロセルアプリケーションに対応 (位相アラインメント  $\pm 1 \mu\text{s}$  未満のターゲット性能)。
- 時刻同期は TAI、UTC トレーサビリティ、GNSS/GPS 代替に対応。

### 4.3 パケットネットワーク

時刻同期アルゴリズムは以下を含む各種パケットネットワークで高い性能を発揮するのに適しています。

- ITU-T G.8261、Appendix VI
- ITU-T G.8261.1、ネットワーク制限準拠
- ITU-T G.8271.1、SyncE なしのネットワーク制限準拠
- ITU-T G.8271.2、ネットワーク制限準拠
- ネイティブ Ethernet (スイッチド) & IP (ルーテッド) ネットワーク
- xDSL
- Microwire
- 全中継ノード PTP 対応、一部中継ノード PTP 対応、全中継ノード PTP 非対応のネットワーク

# ZL30731 - ZL30735

---

---

- 中間バウンダリ クロックおよびトランスペアレント クロックを含むネットワーク
- SyncE または物理層サポートあり / なしのネットワーク

## 4.4 クロック仕様

時刻同期アルゴリズムは以下のようなITU-Tパケットクロック仕様またはドラフトパケットクロック仕様の性能要件を満たしています。

- ITU-T G.8261、Appendix VI
- ITU-T G.8263、PEC-S
- ITU-T G.8273.2、SyncE なしの T-BC フルオンパス
- ITU-T G.8273.2、SyncE ありの T-BC フルオンパス
- ITU-T G.8273.2、SyncE なしの T-TSC フルオンパス
- ITU-T G.8273.2、SyncE ありの T-TSC フルオンパス
- ITU-T G.8273.4 T-BC-A(ドラフト)
- ITU-T G.8273.4 T-BC-P(ドラフト)
- ITU-T G.8273.4 T-TSC-A(ドラフト)
- ITU-T G.8273.4 T-TSC-P(ドラフト)

## 4.5 プロファイル

時刻同期アルゴリズムは以下の IEEE 1588-2008 プロファイルを含む幅広い市場とアプリケーションでの使用に適しています。

- IEEE 1588 Annex J.3、遅延要求 / 応答既定値プロファイル (2008 年)
- IEEE 1588 Annex J.4、ピアツーピア既定値プロファイル (2008 年)
- ITU-T G.8265.1、周波数同期用電気通信プロファイル (エディション 1)
- ITU-T G.8275.1、タイミング完全対応ネットワークの位相電気通信プロファイル (エディション 1)
- ITU-T G.8275.1、タイミング完全対応ネットワークの位相電気通信プロファイル (エディション 2)
- ITU-T G.8275.2、タイミング部分対応ネットワークの位相電気通信プロファイル (エディション 1)
- CableLabs CM-SP-RDTI、リモート DTI プロファイル (エディション 10x)
- AES 67、ネットワークのオーディオ アプリケーションのための標準 – 高性能ストリーミング Audio-over-IP 相互運用性: メディア アプリケーション用 PTP プロファイル
- SMPTE 2059-2、放送業界アプリケーションで IEEE-1588 高精度時間プロトコルを使うためのプロファイル
- AES R16 プロジェクト レポート – AES67 と SMPTE ST 2059-2 の相互運用性のための PTP パラメータ
- IEEE C37.238、電源システム アプリケーションで IEEE 1588 の PTP(高精度時間プロトコル) を使うための標準プロファイル (エディション 2011)
- IEEE C37.238、電源システム アプリケーションで IEEE 1588 の PTP(高精度時間プロトコル) を使うための標準プロファイル (エディション 2017)
- IEC 61850-9-3、電力供給事業者の自動化向け PTP(高精度時間プロトコル) プロファイル (エディション 1.0)
- IEC 62439-3、高可用性自動化ネットワーク向け PTP プロファイル (エディション 3.0)
- IEEE802.1as AVB-TSN gPTP
- IEEE 1588-2018 Annex J.5、高精度プロファイル (White Rabbit ベース)
- IETF TICTOC、エンタープライズ プロファイル

## 4.6 監視と冗長性

時刻同期アルゴリズムには、以下のような高可用性同期のための監視と冗長性が含まれています。

- 利用可能な最適なサーバへの同期
- セカンダリサーバのリファレンスのクライアント モニタリング
  - 監視にはセカンダリサーバのフルタイム同期レポートが含まれる
  - セカンダリサーバ接続数を設定可能
- 複数サーバ間のヒットレス (無瞬断) 入力リファレンス クロック切り換え
- サーバパケット接続が失われた場合ホールドオーバー
- サーバリファレンス間の位相オフセットを構築またはクリアする TIE-clear オプション

## 4.7 全般

時刻同期アルゴリズムには高精度で安定性に優れたアプリケーションを支援する多くの高度な機能が含まれています。例を以下に挙げます。

- 状態遷移のためのプログラマブルなしきい値を持つ完全な PLL ステートマシン (フリーラン、ホールドオーバ、周波数ロック取得中、周波数ロック取得済み、位相ロック取得済み)
- PDV 抑制を伴うプログラマブルな非線形パケット選択
- プログラマブルな帯域幅 (mHz 未満~数百 mHz で設定可能)
- プログラマブルなパケットレート (1 パケット / 秒 ~ 128 パケット / 秒以上)
- プログラマブルな位相変動制限 (最小 1 ns/s)
- プログラマブルな周波数変動制限 (最小 1 ppb/s)
- ウォームスタートにより、保存された (または最後に正常に動作していた時の) 周波数オフセットから時刻同期アルゴリズムを初期化またはシードし、収束性を改善
- 位相誤差管理用のプログラマブルなしきい値: 周波数オフセットで調整するタイミングと位相ジャンプで調整するタイミング
- 温度やエージングによる周波数オフセットをユーザが手動で追加可能 (特にホールドオーバ状態中)

## 4.8 レポート

時刻同期アルゴリズムには性能のデバッグを支援するユーザレポートが含まれています。

- パケット ネットワーク イベント (パケットロス、小さな過渡的位相ジャンプ、大きな過渡的位相ジャンプ、外れ値、ネットワークパスの再ルーティング等) に関する一連のユーザ通知
- 同期に関連する一連の指標 (周波数安定性と位相安定性)
- フォワード経路とリバース経路のロックステータスの独立したレポート
- 過度のエージングまたは温度変化に対するオシレータ安定性分析
- サーバトラッキングの障害 (ブルインレンジ超過等)

# ZL30731 - ZL30735

## 5.0 ピン配置図

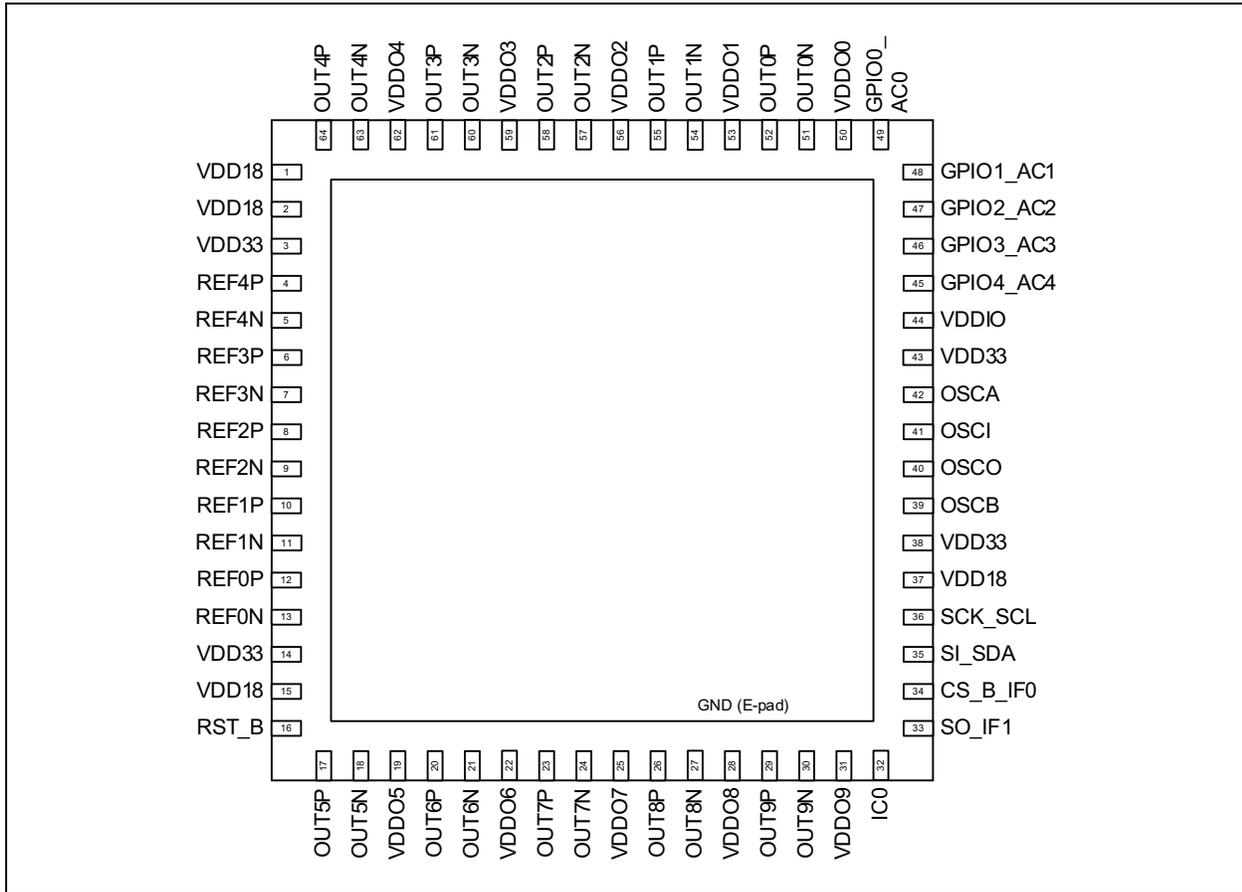


図 5-1: ZL30731、ZL30732、ZL30733、ZL30734、ZL30735 向け 64 ピン 9 mm x 9 mm VQFN (0.5 mm ピッチ)

---

---

## Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip 社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進化しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

---

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方法でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートは Microchip 社正規代理店にお問い合わせ頂くか、<https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services> をご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip 社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合も Microchip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、また Microchip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対する Microchip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連して Microchip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使う事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

Microchip 社の品質管理システムについては [www.microchip.com/quality](http://www.microchip.com/quality) をご覧ください。

## 商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzor、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、ZL は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2023, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries.

All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-1972-7



# MICROCHIP

## 各国の営業所とサービス

### 南北アメリカ

**本社**  
2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel: 480-792-7200  
Fax: 480-792-7277  
技術サポート :  
<http://www.microchip.com/support>  
URL:  
[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

**アトランタ**  
Duluth, GA  
Tel: 678-957-9614  
Fax: 678-957-1455

**オースティン, TX**  
Tel: 512-257-3370

**ボストン**  
Westborough, MA  
Tel: 774-760-0087  
Fax: 774-760-0088

**シカゴ**  
Itasca, IL  
Tel: 630-285-0071  
Fax: 630-285-0075

**ダラス**  
Addison, TX  
Tel: 972-818-7423  
Fax: 972-818-2924

**デトロイト**  
Novi, MI  
Tel: 248-848-4000

**ヒューストン, TX**  
Tel: 281-894-5983

**インディアナポリス**  
Noblesville, IN  
Tel: 317-773-8323  
Fax: 317-773-5453  
Tel: 317-536-2380

**ロサンゼルス**  
Mission Viejo, CA  
Tel: 949-462-9523  
Fax: 949-462-9608  
Tel: 951-273-7800

**ローリー, NC**  
Tel: 919-844-7510

**ニューヨーク, NY**  
Tel: 631-435-6000

**サンノゼ, CA**  
Tel: 408-735-9110  
Tel: 408-436-4270

**カナダ - トロント**  
Tel: 905-695-1980  
Fax: 905-695-2078

### アジア / 太平洋

**オーストラリア - シドニー**  
Tel: 61-2-9868-6733

**中国 - 北京**  
Tel: 86-10-8569-7000

**中国 - 成都**  
Tel: 86-28-8665-5511

**中国 - 重慶**  
Tel: 86-23-8980-9588

**中国 - 東莞**  
Tel: 86-769-8702-9880

**中国 - 広州**  
Tel: 86-20-8755-8029

**中国 - 杭州**  
Tel: 86-571-8792-8115

**中国 - 香港 SAR**  
Tel: 852-2943-5100

**中国 - 南京**  
Tel: 86-25-8473-2460

**中国 - 青島**  
Tel: 86-532-8502-7355

**中国 - 上海**  
Tel: 86-21-3326-8000

**中国 - 瀋陽**  
Tel: 86-24-2334-2829

**中国 - 深圳**  
Tel: 86-755-8864-2200

**中国 - 蘇州**  
Tel: 86-186-6233-1526

**中国 - 武漢**  
Tel: 86-27-5980-5300

**中国 - 西安**  
Tel: 86-29-8833-7252

**中国 - 廈門**  
Tel: 86-592-2388138

**中国 - 珠海**  
Tel: 86-756-3210040

### アジア/太平洋

**インド - バンガロール**  
Tel: 91-80-3090-4444

**インド - ニューデリー**  
Tel: 91-11-4160-8631

**インド - プネ**  
Tel: 91-20-4121-0141

**日本 - 大阪**  
Tel: 81-6-6152-7160

**日本 - 東京**  
Tel: 81-3-6880-3770

**韓国 - 大邱**  
Tel: 82-53-744-4301

**韓国 - ソウル**  
Tel: 82-2-554-7200

**マレーシア - クアラルンプール**  
Tel: 60-3-7651-7906

**マレーシア - ペナン**  
Tel: 60-4-227-8870

**フィリピン - マニラ**  
Tel: 63-2-634-9065

**シンガポール**  
Tel: 65-6334-8870

**台湾 - 新竹**  
Tel: 886-3-577-8366

**台湾 - 高雄**  
Tel: 886-7-213-7830

**台湾 - 台北**  
Tel: 886-2-2508-8600

**タイ - バンコク**  
Tel: 66-2-694-1351

**ベトナム - ホーチミン**  
Tel: 84-28-5448-2100

### 欧州

**オーストリア - ヴェルス**  
Tel: 43-7242-2244-39  
Fax: 43-7242-2244-393

**デンマーク - コペンハーゲン**  
Tel: 45-4485-5910  
Fax: 45-4485-2829

**フィンランド - エスポー**  
Tel: 358-9-4520-820

**フランス - パリ**  
Tel: 33-1-69-53-63-20  
Fax: 33-1-69-30-90-79

**ドイツ - ガーヒンク**  
Tel: 49-8931-9700

**ドイツ - ハーン**  
Tel: 49-2129-3766400

**ドイツ - ハイムブロン**  
Tel: 49-7131-72400

**ドイツ - カールスルーエ**  
Tel: 49-721-625370

**ドイツ - ミュンヘン**  
Tel: 49-89-627-144-0  
Fax: 49-89-627-144-44

**ドイツ - ローゼンハイム**  
Tel: 49-8031-354-560

**イスラエル - ラーナナ**  
Tel: 972-9-744-7705

**イタリア - ミラノ**  
Tel: 39-0331-742611  
Fax: 39-0331-466781

**イタリア - バドヴァ**  
Tel: 39-049-7625286

**オランダ - ドリュエネン**  
Tel: 31-416-690399  
Fax: 31-416-690340

**ノルウェー - トロンハイム**  
Tel: 47-7288-4388

**ポーランド - ワルシャワ**  
Tel: 48-22-3325737

**ルーマニア - ブカレスト**  
Tel: 40-21-407-87-50

**スペイン - マドリッド**  
Tel: 34-91-708-08-90  
Fax: 34-91-708-08-91

**スウェーデン - ヨーテボリ**  
Tel: 46-31-704-60-40

**スウェーデン - ストックホルム**  
Tel: 46-8-5090-4654

**イギリス - ウォーキンガム**  
Tel: 44-118-921-5800  
Fax: 44-118-921-5820