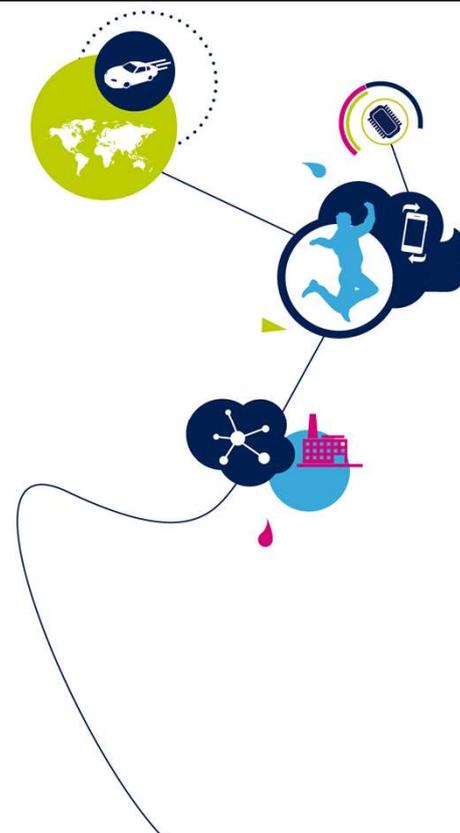


STM32WB RF の概要

RF の概要

1.0 版



STM32WB マイクロコントローラの無線周波数特性の概要に
ようこそ。

STM32WB は、STM32 マイクロコントローラとコネクティビ
ティのための RF 部分を同一ダイ上に組み合わせた新しい
ファミリーです。

無線通信: ある特定周波数の電磁放射を用いた、空中における信号のワイヤレス伝送

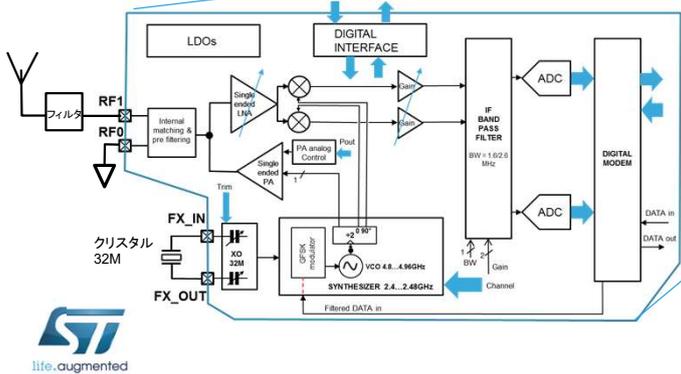
- そのためには、次のものから構成される完全な無線システムを使用する必要があります。
 - 空中に信号を送信するトランスミッタ(TX)
 - 空中から信号を受け取るレシーバ(RX)
 - 両側で電気信号を電磁波に変換し、またその反対を行うアンテナ(ANT)
- 注: トランスミッタとレシーバの両方が組み込まれているコンポーネントはトランシーバと呼ばれます。



無線周波数チェーンは、空中に信号を送信するトランスミッタと、反対側でこの信号を受信するレシーバから構成されます。それぞれの側(トランスミッタとレシーバ)において、トランスミッタ側では電気信号を電磁波に変換し、その反対に、レシーバ側では電磁波を電気信号に変換するアンテナが必要となります。

STM32WB 内蔵 RF トランシーバに関する詳細

- STM32WB 内蔵 RF トランシーバ:
 - トランスミッタ + レシーバ (シングルエンド)
 - クリスタルオシレータ
 - 内部ネットワークマッチングとプリフィルタ
 - デジタルインタフェース
 - 専用電源管理回路

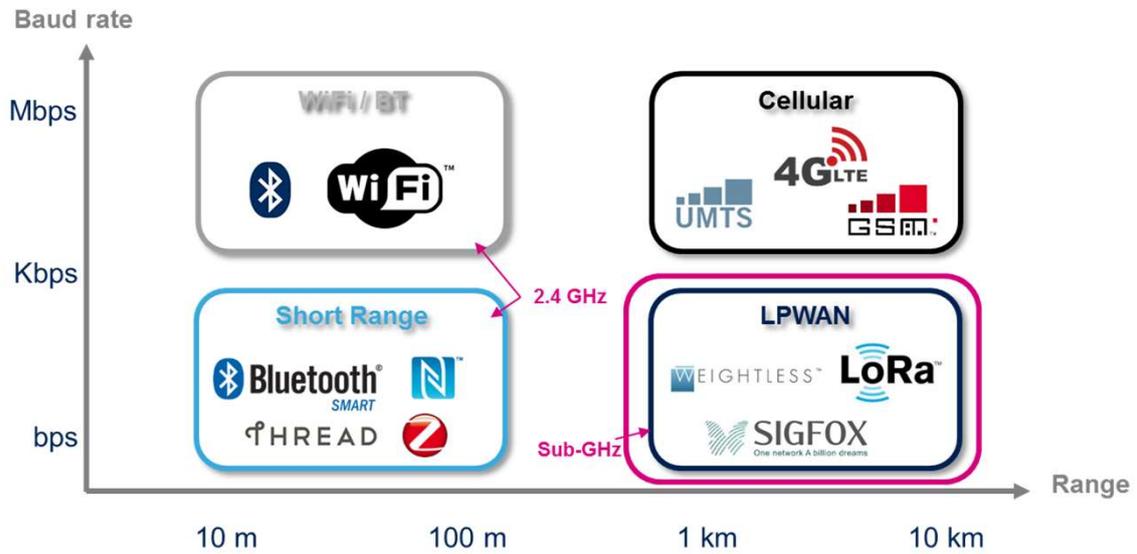


IoT radio Interface BLE, IEEE802.15.4	Cortex-M4 64 MHz FPU, MPU ETM 2 x DMA, DMAMUX ART Accelerator™ Up to 1-Mbyte Flash with ECC 256-Kbyte RAM Cortex-M0+ 32 MHz MPU	Connectivity USB2.0-FS, 2 x SPI, 2 x I ² C, 1 x Quad-SPI (XIP), 1 x USART + 1 x LP UART
Display LCD driver (8 x 40)		Digital 2 x AES (256-bit), PKA, TRNG, SAI (PDM)
Timers 6 timers including: 1 x 16-bit advanced motor control timers 2 x ULP timers 2 x 16-bit-timers 1 x 32-bit timers		Analog 1 x 16-bit ADC, 2 x comparators, 1 x temperature sensor
I/Os Up to 71 I/Os Touch-sensing controller		

STM32WB マイクロコントローラ内蔵 RF トランシーバには、デジタルインタフェース、変調用内蔵シンセサイザのための 32MHz 外付けクリスタルオシレータ、入出カステージ、専用電源管理回路が組み込まれています。

出カステージは、パワーアンプ (PA) から構成されています。入カステージは、ローノイズアンプ (LNA) から構成されています。

ポーレートと距離範囲に応じていくつかの技術が利用可能



STM32WB マイクロコントローラは、Bluetooth Low Energy (Bluetooth LE、以前の名称は Bluetooth Smart) と IEEE 802.15.4 (BLE、Thread、Zigbee) などの短距離通信技術に対応しています。

Bluetooth の個別ケースにおいて、機能は SIG 組織で管理

- SIG (Special Interest Group) :
 - 当初は Bluetooth 製品のために 1998 年に設立されたこのグループは、規格の策定と、「市販されている」製品の適合認証と互換性の保証を行っている
- SIG 4.0 :
 - Bluetooth「Smart」、すなわち Bluetooth Low Energy (BLE) を定義する仕様の初回リリース
 - Bluetooth デバイスによって消費される電力の削減 (従来の「スタンダード」デバイスとの比較) に主としてフォーカス
- SIG 4.2 :
 - 通信効率とセキュリティを改善する先進機能が追加されたが、依然としてデータレートは 1Mbps に制限
 - STM32WB は SIG 4.2 に対応
- SIG 5.0 :
 - 2Mbps データレートなど多くの新機能が盛り込まれた最新規格 (2016 年 12 月)
 - STM32WB は SIG 5.0 とその 2Mbps モードに対応



Bluetooth Special Interest Group (SIG) は、Bluetooth 規格の策定ならびに Bluetooth 技術と商標のメーカーに対するライセンスを統括する標準化組織です。SIG は、1998年11月に設立された非営利の非株式会社です。STM32WB は、2Mbps RF物理層 (PHY) について Bluetooth 5 の認証を取得しています。

STM32WB RF の詳細 (1/3)

6

STM32WB の RF 部は外付けコンポーネント不要で優れた性能を提供

- STM32WB RF インタフェースはシングルエンドの「独立ピン」
 - 通常であれば Tx ピンと Rx ピンの混合に必要なバランや複雑な外付けネットワークが不要となります。
 - 独立した Rx/Tx ピンは、50Ω環境と直接インタフェースするために内部でマッチングが行われています。
- 内蔵プリフィルタリング
 - 内蔵バンドパスプリフィルタリングにより、外付けRFコンポーネントが削減されます。
 - 実際に、単純な T 型ネットワークと安価な市販品セラミックローパス/バンドパスフィルタで十分です。
- 十分なリンクバジェット
 - +5dBm の出力と -95dBm の感度により、アンテナ間で 100dB の許容伝搬損失になります。
 - この 100dB は、距離の最大化に理想的です。
- 2Mbps
 - STM32WB の無線部は、SIG 5.0 2Mbps の互換性のために設計されています。
 - 回路のアナログ部とデジタル部の両方でプログラム可能な帯域幅により、2Mbps 動作モードにおける最高性能が保証されます。



RF ピンに接続された内蔵変成器により、回路はアンテナに直接接続が可能です (シングルエンド接続、インピーダンスは約 50Ω)。

内蔵変成器固有のバンドパス動作によって、高調波のフィルタリングと帯域外干渉の除去に用いられる外付け回路が簡単になります。

送信と受信の両方で最高の RF 性能を得るには、外付けマッチングネットワークと内蔵ローパスフィルタ(LPF)の使用をお勧めします。

STM32WB RF の詳細 (2/3)

7

STM32WB の RF 部が妥協なしに目指す優れた性能の提供

- STM32WB RF では、最先端のオンチップパッシブコンポーネントを使用
 - これらの内蔵パッシブコンポーネントはマッチングとフィルタリングの両方だけではなく、消費電流の削減と同時に重要ブロックの RF 性能を向上するためにも用いられます。
 - 同様に、チャンネル選択度を犠牲とすることなく電流を可能な限り節約するために、周波数シンセサイザの設計には多大な努力が払われています。
- 動特性の最大化
 - アーキテクチャ検討では、RF チェーン全体にわたって賢いフィルタリングを用いることにより、最大の信号動特性を提供することを重視しました。
 - 応答の良い平滑化された自動ゲインコントロールと高分解能 Rx A/D コンバータにより、アンテナレベルでの巨大な妨害信号にも耐えることができます。
- 802.15.4 Thread 互換
 - 高速直接変調の内蔵周波数シンセサイザは、2Mbps の GFSK 変調 (Bluetooth LE) と、802.15.4 Thread Offset QPSK 変調の 250kbps + 8 倍拡散係数に対応しています。
 - 帯域幅がプログラム可能な Rx フィルタリングは、最高の状態での Thread 通信の受信に適応していません。



受信モードでは、線形平滑化アナログ制御により、きれいな電源の立ち上がりが得られます。受信モードでは、回路は標準の高性能モードか、低消費電力(ユーザによりプログラム可能)モードで使用可能です。自動ゲインコントロール (AGC) は、最適な干渉除去のために、RF 部と IF 部のどちらでもトータル(チェーン)ゲインの削減が可能です。複雑なフィルタリングと高精度 I/Q アーキテクチャにより、高感度と素晴らしい直線性が得られます。

STM32WB の RF 部が目指す回路性能全体の最適化

- STM32WB RF は専用マイクロコントローラ内蔵
 - 総合演算能力を最大化するため、STM32WB の無線部は専用 Cortex® M0+ コアをメモリとともに搭載しています
 - Bluetooth と Thread のローレベルスタック管理専用として用意されており、プログラム可能なデバイスの柔軟性が向上します
- スループットの最大化
 - 無線機能が有効になると、ユーザアプリケーションの動作のために M4 コアが 100% 使用可能となります
- トランスペアレントなコア間通信
 - ユーザは M0+ コアと M4 コア間の通信を管理する必要がありません
 - 内蔵「メールボックス」システムがコア間通信の管理に用いられます



life.augmented

STM32WB は、マイクロコントローラにアプリケーション用の Cortex-M4 コアと無線専用の Cortex-M0+ コアが搭載されたデュアルコアデバイスです。

Flash メモリの一部は RF サブシステム CPU (Cortex-M0+ コア) 用として確保されており、Cortex-M4 コアからはアクセスできません。

専用ハードウェアメカニズムにより、どちらのコアからも Flash メモリの読み書きと消去が可能です。アービトレーションはタイムシェアリングに基づいています。

STM32WB マイクロコントローラには、3 レベルの保護 (レベル 0 はフルアクセス、レベル 2 はヒューズによる解除不能な完全保護) が搭載されている他の STM32 マイクロコントローラと同じ読出し保護が搭載されています。

STM32WB RF が提供する柔軟性

- 出力の増加
 - Tx 最大出力は、50Ω 負荷において温度範囲全体 (接合温度 $-40\sim+125^{\circ}\text{C}$) で +5dBm に設定されています。
 - 制限された温度範囲 ($-40\sim+85^{\circ}\text{C}$) では、出力は 50Ω 負荷において最大 +6dBm まで可能です。
- 出力の減少
 - 最大出力は数 dB 低下させることが可能であり、送信中に消費される電流も削減されます。



アプリケーションによっては、出力は、最大 LDO 電圧で最大値である +6dBm に達することがありますが、消費電流の最小化のために低下させることもできます。

STM32WB RF: 大量の外付けコンポーネント不要

• 必須外付けコンポーネント

- 32MHz クリスタルオシレータは必須外付けコンポーネントの 1 つです。
- ただし、オンチップクリスタルオシレータ内部のコンデンサの内蔵チューニングバンクによって、常温偏差の緩やかなクリスタルを使用できます。
- チップ上に Tx 高調波のプリフィルタリングが存在する場合であっても、最大許容レベル以下まで簡単に高調波をフィルタするために、何らかの外付けローパス／バンドパスフィルタリングを追加する必要があります(国に依存)。
- 場合によっては、アンテナがフィルタとして動作します(アンテナのタイプと構成にかなり依存)。
- 50Ω 負荷に直接インタフェースするために STM32WB マイクロコントローラが内部でプリマッチングされている場合であっても、安価な外付けコンポーネントを 2~3 個追加して、ミスマッチングが生じる可能性のあるオンボード発生源を補償するのが良い方法です。
 - アンテナマッチングが不十分であることが多い
 - LP/BP フィルタがミスマッチングであることがある
 - PCB パターンの幅と長さによってインピーダンスが多少変化することがある
- これらのコンポーネントを用いると高調波フィルタリング(高 Tx 出力／貧弱なアンテナ)の改善が可能です。



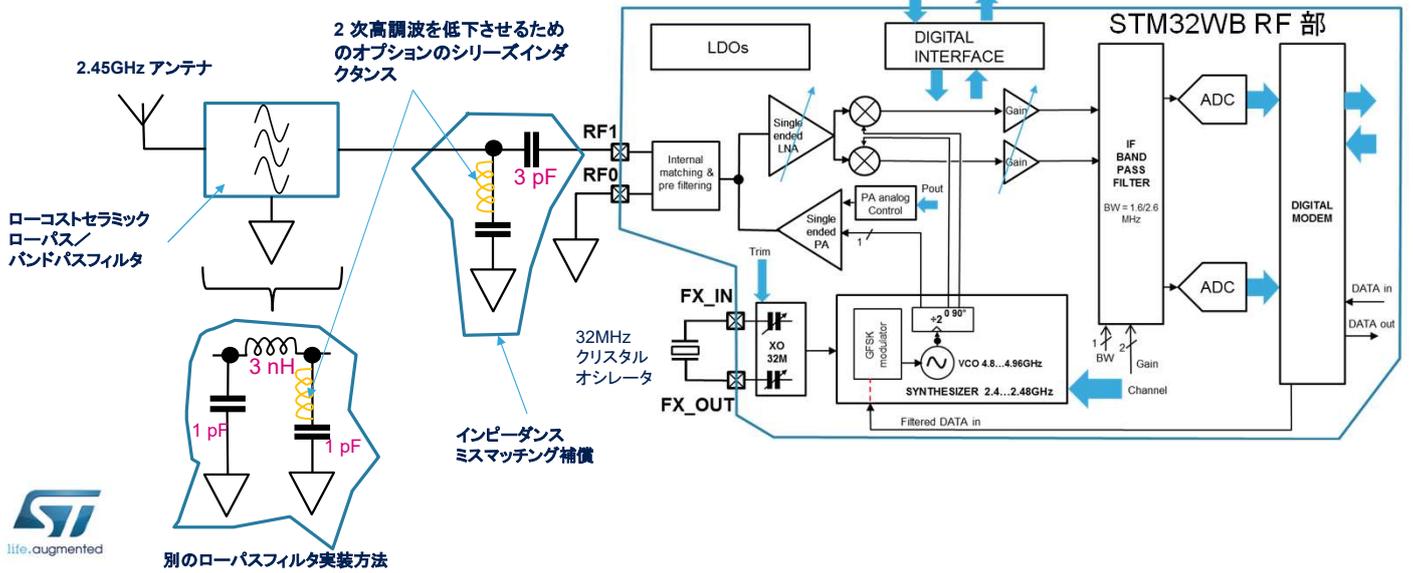
プログラム可能な内蔵コンデンサのデュアルネットワークにより、32MHz クリスタルオシレータには外付けのトリミングコンデンサが不要です。

送信と受信の両方で最高の RF 性能を得るには、外付けマッチングネットワークと内蔵ローパスフィルタ(LPF)の使用をお勧めします。

STM32WB の少ないコンポーネント数 (2/2)

STM32WB RF: 非常に少ない標準 BOM

- 外付けコンポーネントの標準セット



このスライドは、完全なアプリケーション回路の例を示します。