



Gowin AEC IP ユーザーガイド

IPUG761-1.2J, 2025-10-17

著作権について(2025)

著作権に関する全ての権利は、**Guangdong Gowin Semiconductor Corporation** に留保されています。

GOWIN高云、**GOWIN**、、**GOWINSEMI**、**GOWIN**、Gowin、**高云**、晨熙、小蜜蜂、LittleBee、**Aroa-V**、GowinPnR、及びGoBridgeは、当社により、中国、米国特許商標庁、及びその他の国において登録されています。商標又はサービスマークとして特定されたその他全ての文字やロゴは、それぞれの権利者に帰属しています。何れの団体及び個人も、当社の書面による許可を得ず、本文書の内容の一部もしくは全部を、いかなる視聴覚的、電子的、機械的、複写、録音等の手段によりもしくは形式により、伝搬又は複製をしてはなりません。

免責事項

当社は、**GOWINSEMI Terms and Conditions of Sale**(**GOWINSEMI** 取引条件)に規定されている内容を除き、(明示的か又は黙示的かに拘わらず)いかなる保証もせず、また、知的財産権や材料の使用によりあなたのハードウェア、ソフトウェア、データ、又は財産が被った損害についても責任を負いません。当社は、事前の通知なく、いつでも本文書の内容を変更することができます。本文書を参照する何れの団体及び個人も、最新の文書やエラッタ(不具合情報)については、当社に問い合わせる必要があります。

バージョン履歴

日付	バージョン	説明
2021/01/28	1.0J	初版。
2023/12/08	1.0.1J	サポートされるデータ幅の範囲を更新。
2025/03/21	1.1J	● ポートの説明を更新。 ● リソース使用量を更新。 ● IP の主な特徴を更新。 ● NLMS の説明を削除。
2025/05/30	1.1.1J	「 図 4-1 」を更新。
2025/10/17	1.2J	● ダブルトーク検出のしきい値と平滑化係数の構成のサポートを追加。 ● 「図 3-1」を更新。 ● ポート図および <code>dt_detect</code> の説明を更新。 ● 構成オプションの説明を追加。

目次

図一覧.....	ii
表一覧.....	iii
1 本マニュアルについて.....	1
1.1 マニュアルの内容.....	1
1.2 関連ドキュメント.....	1
1.3 用語、略語.....	2
1.4 テクニカル・サポートとフィードバック.....	2
2 概要.....	3
2.1 Gowin AEC IP の紹介.....	3
2.2 主な特徴.....	3
2.3 最大周波数.....	4
2.4 レイテンシ.....	4
2.5 リソース使用量.....	4
3 機能の説明.....	5
3.1 Gowin AEC IP の構造.....	5
3.2 アルゴリズムの概要.....	5
3.3 ポートの説明.....	7
3.4 タイミングの説明.....	8
4 呼び出しと構成.....	9
5 リファレンス・デザイン.....	11
6 ファイル.....	12
6.1 ドキュメント.....	12
6.2 デザインのソースコード(暗号化).....	12
6.3 リファレンス・デザイン.....	12

図一覧

図 3-1 Gowin AEC IP のブロック図.....	5
図 3-2 Gowin AEC IP のポート図.....	7
図 3-4 信号のタイミング.....	8
図 4-1 IP の構成画面を開く方法.....	9
図 4-3 Gowin AEC IP の構成画面.....	10

表一覧

表 1-1 用語、略語.....	2
表 2-1 Gowin AEC IP の概要.....	3
表 2-2 Gowin AEC IP のリソース使用量.....	4
表 3-1 アルゴリズム変数一覧.....	6
表 3-2 Gowin AEC IP のポート一覧.....	7
表 4-1 構成オプションの説明.....	10
表 6-1 Gowin AEC IP の関連ドキュメント.....	12
表 6-2 AEC のソースコード一覧.....	12
表 6-3 Gowin AEC IP RefDesign フォルダのコンテンツ一覧.....	12

1 本マニュアルについて

1.1 マニュアルの内容

本マニュアルは、ユーザーが **Gowin AEC IP** を使いこなせるよう、その概要、機能、呼び出しと構成、およびリファレンス・デザインなどについて説明します。本マニュアルに記載のソフトウェア **GUI** のスクリーンショットは、**Gowin** ソフトウェア **V1.9.11.03** の場合のものです。ソフトウェアのアップデートにより、一部の内容が変更される場合があります。

1.2 関連ドキュメント

GOWIN セミコンダクターのホームページ www.gowinsemi.com/ja から、以下の関連ドキュメントがダウンロード、参考できます：

- GW1N シリーズ FPGA 製品データシート([DS100](#))
- GW1NR シリーズ FPGA 製品データシート([DS117](#))
- GW2A シリーズ FPGA 製品データシート([DS102](#))
- GW2AR シリーズ FPGA 製品データシート([DS226](#))
- GW2ANR シリーズ FPGA 製品データシート([DS961](#))
- GW5AT シリーズ FPGA 製品データシート([DS981](#))
- GW5A シリーズ FPGA 製品データシート([DS1103](#))
- GW5AS シリーズ FPGA 製品データシート([DS1105](#))
- GW5AR シリーズ FPGA 製品データシート([DS1108](#))
- GW5ART シリーズ FPGA 製品データシート([DS1118](#))
- GW5AST シリーズ FPGA 製品データシート([DS1239](#))
- Gowin ソフトウェア ユーザーガイド([SUG100](#))

1.3 用語、略語

本マニュアルで使用される用語、略語、及びその意味を表 1-1 に示します。

表 1-1 用語、略語

用語、略語	正式名称	意味
AEC	Acoustic Echo Cancellation	音響エコー除去
BSRAM	Block Static Random Access Memory	ブロック SRAM
DSP	Digital Signal Processing	デジタル信号処理
IP	Intellectual Property	設計資産
LUT	Look-up Table	ルックアップテーブル

1.4 テクニカル・サポートとフィードバック

GOWIN セミコンダクターは、包括的な技術サポートをご提供しています。使用に関するご質問、ご意見については、直接弊社までお問い合わせください。

ホームページ : www.gowinsemi.com/ja

E-mail : support@gowinsemi.com

2 概要

Gowin AEC IP は、少ないロジックリソースで信号のエコー除去を実現できるように設計されています。

表 2-1 Gowin AEC IP の概要

Gowin AEC IP	
ロジックリソース	表 2-2 参照。
提供されるファイル	
設計ファイル	Verilog (暗号化)
テストおよび設計フロー	
合成ソフトウェア	GowinSynthesis
統合開発環境	Gowin ソフトウェア(V1.9.7.01Beta 以降)

注記：

デバイスのサポート情報は、Gowin セミコンダクターの[ホームページ](#)で確認できます。

2.1 Gowin AEC IP の紹介

Gowin AEC IP は、入力信号のエコー除去に使用されます。APF(Affine Projection Filter)を利用することで、Double-Talk Detector がダブルトークを検出しない場合、この IP は係数を適応的に調整し、キャプチャされた信号内の相関の高いエコー信号を最小限の誤差でフィルター処理し、信号のエコー除去を実現します。入力信号 x と目的の信号 d は同じサイズの信号である必要があります。Gowin AEC IP の APF プロジェクション・オーダーは 2 に固定されており、ユーザーはフィルターの長さやダブルトーク検出のパラメータを設定できます。

2.2 主な特徴

- 16 ビット幅の固定小数点数入力をサポート
- フィルター長の設定をサポート

- ダブルトーク検出のしきい値と平滑化係数の構成をサポート

2.3 最大周波数

Gowin AEC IP の最大周波数は、使用されるデバイスとそのスピードグレードによって異なります。例えば、GW5A-25 デバイスの場合、最大周波数は 90MHz となります。

2.4 レイテンシ

Gowin AEC IP の出力レイテンシは、パラメータの構成によって異なります。

2.5 リソース使用量

Gowin AEC IP を Verilog で実装します。パフォーマンスとリソース使用量は、使用されているデバイスの密度、スピードグレード、および IP の構成などにより異なる場合があります。

例えば、GW5A-25 FPGA の場合、リソース使用量は表 2-2 のようになります。他の GOWIN FPGA でのアプリケーション検証については、これからの最新情報を参照してください。

表 2-2 Gowin AEC IP のリソース使用量

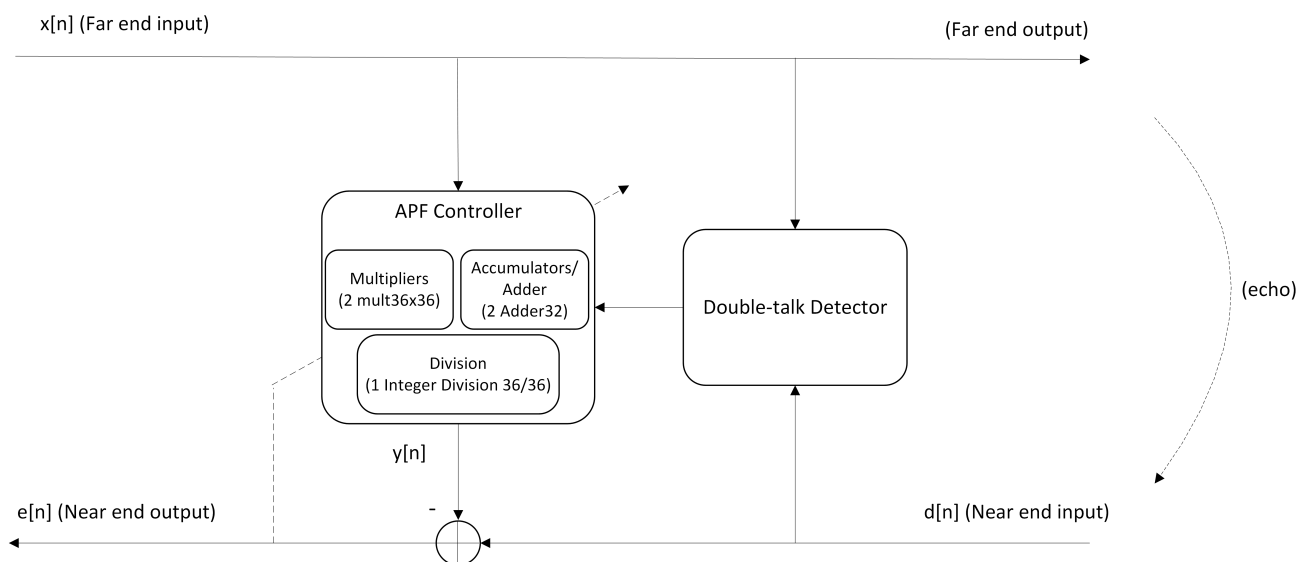
シリーズ	スピードグレード	リソース使用量	
GW5A-25	ES	BSRAM	3
		SSRAM	0
		Registers	1484
		LUTs	1899
		ALUs	326
		MULT27X36	4

3 機能の説明

3.1 Gowin AEC IP の構造

Gowin AEC IP のブロック図を図 3-1 に示します。

図 3-1 Gowin AEC IP のブロック図



3.2 アルゴリズムの概要

APF(Affine Projection Filter)のアルゴリズムは、古いデータを再利用し、入力信号との相関性が高い場合に迅速に収束できるため、計算の複雑さと収束速度の間のトレードオフを実現します。このアルゴリズムの式は次のとおりです。

$$X_{ap}(n) = \begin{pmatrix} x(n) & x(n-1) \\ \vdots & \vdots \\ x(n-N) & x(n-1-N) \end{pmatrix}$$

$$y_{ap}(n) = X^T(n)w(n)$$

$$d_{ap}(n) = \begin{pmatrix} d(n) \\ d(n-1) \end{pmatrix}$$

$$e_{ap}(n) = d_{ap}(n) - y_{ap}(n)$$

$$w(n) = w(n-1) + \left(X_{ap}(n) \left(X_{ap}^T(n) X_{ap}(n) + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \right)^{-1} \right) e_{ap}$$

ダブルトーク検出は、指数移動平均を用いて近端入力と遠端入力の短期的な音量を評価します。その計算式は以下のとおりです。

$$x_{ma} = \alpha \times x_{ma} + (1 - \alpha) \times |x(n)|$$

$$d_{ma} = \alpha \times d_{ma} + (1 - \alpha) \times |d(n)|$$

遠端入力と近端入力の音量比が設定されたしきい値を超えると、ダブルトークが検出され、フィルタ係数の更新が停止されます。

$$d_{ma} < T \times x_{ma}$$

表 3-1 アルゴリズム変数一覧

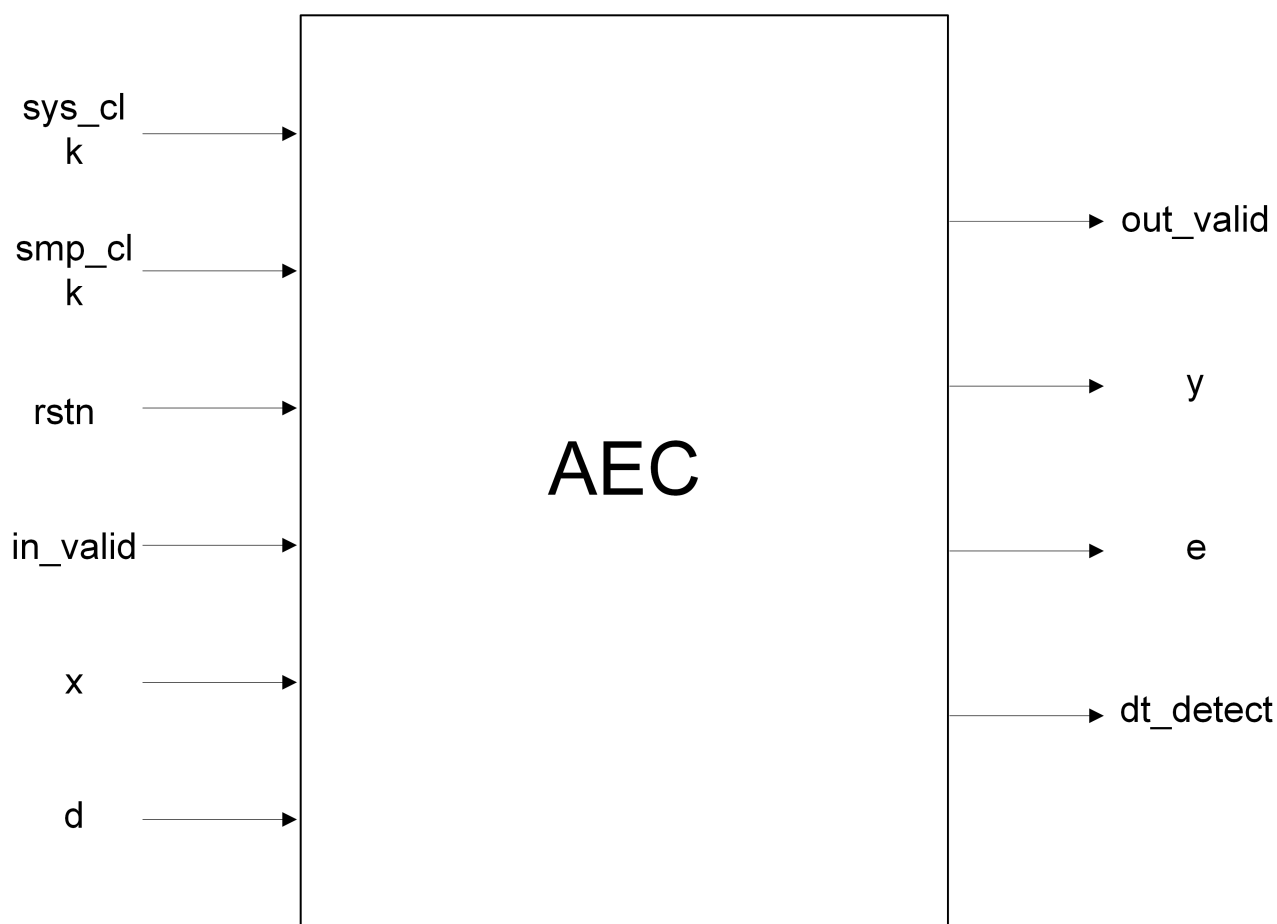
変数	意味
n	現在のインデックス
N	フィルターの長さ
x(n)	現在の入力のサンプル(近端入力)
d(n)	現在の目的信号のサンプル(遠端入力)
X(n)	最後の 2 つの入力信号ベクトルの行列

変数	意味
$w(n)$	フィルター係数ベクトル
$y(n)$	適応フィルターの出力
$e(n)$	$x(n)$ と $d(n)$ の間の誤差(近端出力)
x_{ma}	入力信号の移動平均
d_{ma}	目的信号の移動平均
α	ダブルトーク検出平滑化係数
T	ダブルトーク検出しきい値

3.3 ポートの説明

Gowin AEC IP の IO ポートを図 3-2 に示します。

図 3-2 Gowin AEC IP のポート図



Gowin AEC IP の IO ポートの詳細を表 3-2 に示します。

表 3-2 Gowin AEC IP のポート一覧

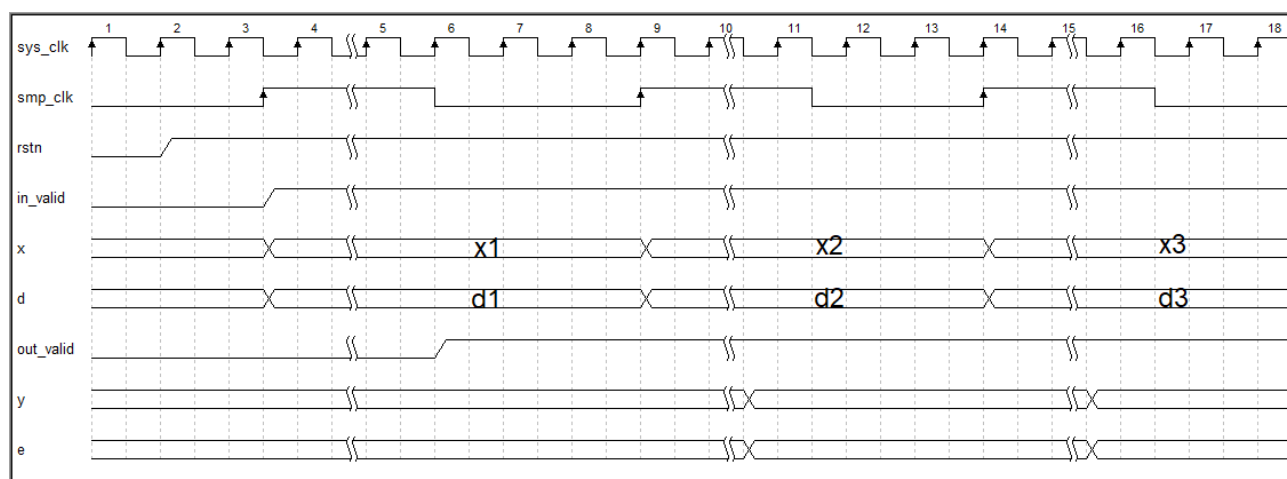
信号	幅(ビット)	方向	説明
sys_clk	1	入力	入力システムクロック信号

信号	幅(ビット)	方向	説明
smp_clk	1	入力	入力サンプリングクロック信号
rstn	1	入力	リセット信号、アクティブ Low
in_valid	1	入力	入力データ有効
x	16	入力	近端入力信号
d	16	入力	遠端入力信号
out_valid	1	出力	出力データ有効
y	16	出力	フィルターの出力
e	16	出力	近端エコー除去後の出力
dt_detect	1	出力	ダブルトーク検出の出力

3.4 タイミングの説明

Gowin AEC IP のタイミングを、[図 3-4](#) に示します。

図 3-4 信号のタイミング



上図に示すように、次の smp_clk 立ち上がり前に x と d を準備し、in_valid を High にして Gowin AEC IP にデータを入力します。out_valid 信号は次の smp_clk 立ち上がり前に High になります。

システムクロックの必要周波数の計算式

必要な最小システムクロックの周波数は次のとおりです。N はフィルター長。

$$f_{sys_clk} = f_{smp_clk} \times (5N) + 200$$

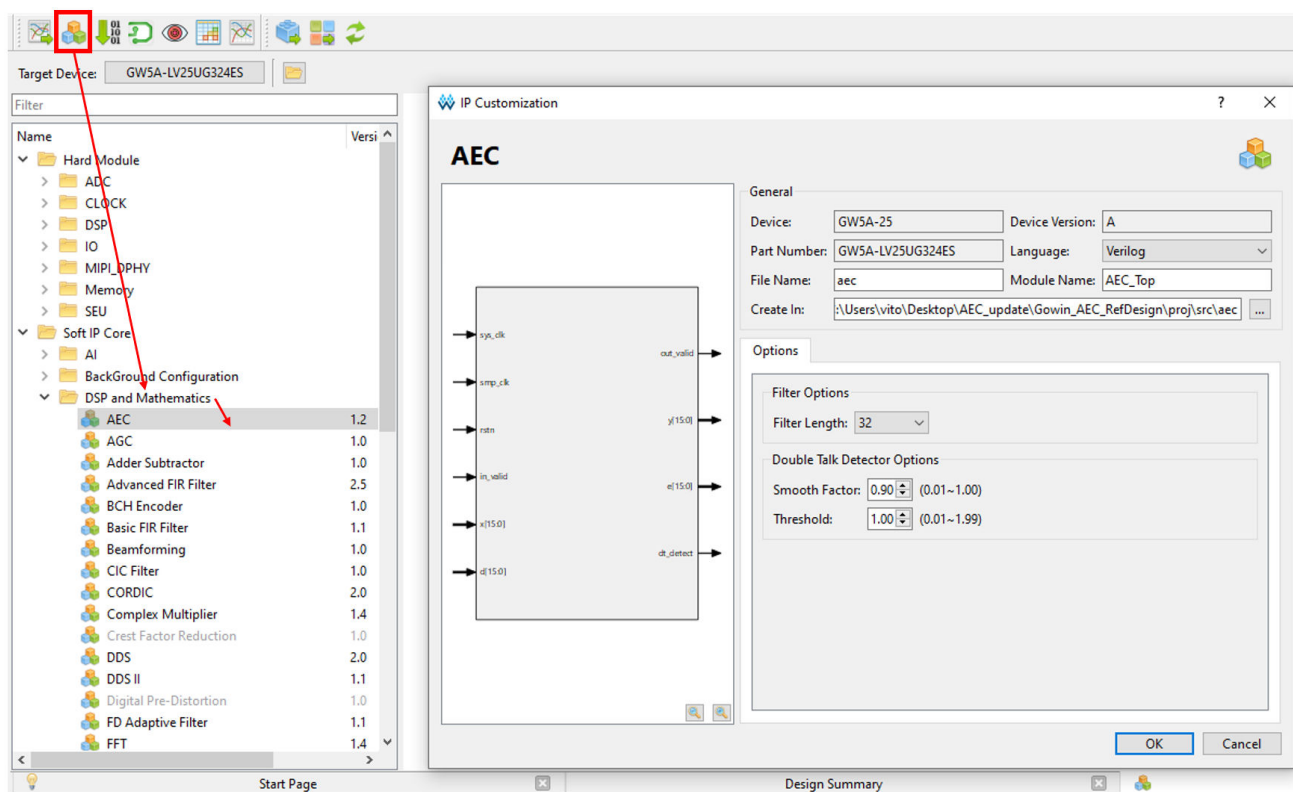
たとえば、フィルター長が 512 で、サンプリング周波数が 8KHz の場合：

$$f_{sys_clk} = 8000 \times 5 \times 512 + 200 = 20\text{MHz}$$

4 呼び出しと構成

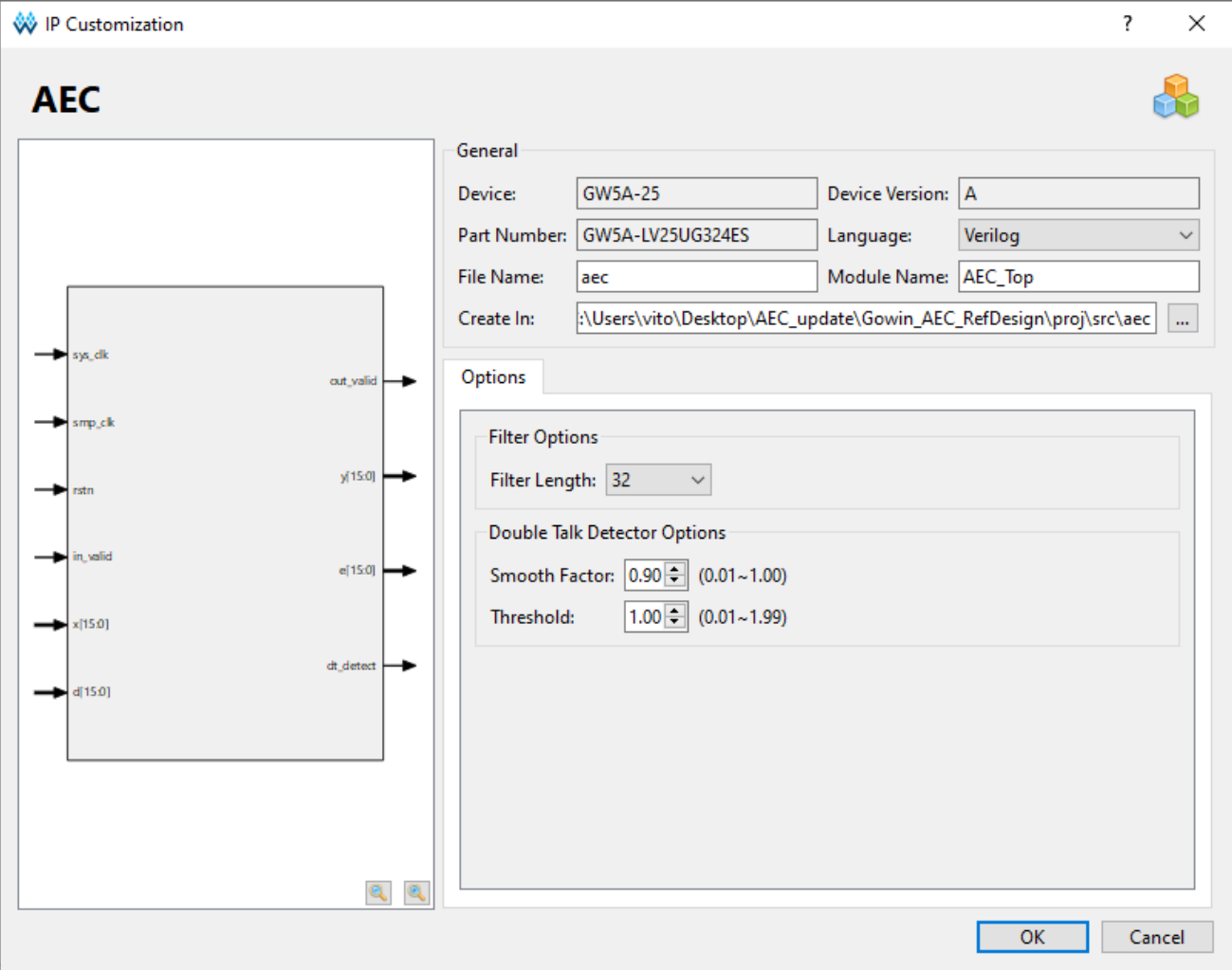
Gowin ソフトウェアの GUI で、Tools > IP Core Generator > 『DSP and Mathematics > Gowin AEC IP を開いて、この IP の呼び出しと構成を行います。または、ツールバーのアイコンから IP 構成画面を開きます(図 4-1)。

図 4-1 IP の構成画面を開く方法



Gowin AEC IP の構成画面は図 4-3 に示すとおりです。

図 4-3 Gowin AEC IP の構成画面



このマニュアルでは、GW5A-LV25UG324ES を例に説明します。

- 「Create In」は IP コアのフォルダのパスです。このパスは変更可能です。
- 「File Name」は、生成される IP ファイルの名前です。この名前は変更可能です。
- 「Module Name」は、生成れる IP モジュールの名前です。この名前は変更できます。

Gowin AEC IP の構成オプションは下表に示すとおりです。

表 4-1 構成オプションの説明

オプション	説明
Filter Options	Filter Length : フィルターの長さ
Double Talk Detector Options	Smooth Factor : 平滑化係数、範囲は 0.01~1.00
	Threshold : ダブルトーク検出しきい値、範囲は 0.01~1.99

5 リファレンス・デザイン

[RefDesign](#) から、そのリファレンス・デザインがダウンロード、参考できます：

6 ファイル

提供されるファイルには主に、ドキュメント、デザインのソースコード、およびリファレンス・デザインが含まれています。

6.1 ドキュメント

フォルダにはユーザーガイド(PDF ファイル)があります。

表 6-1 Gowin AEC IP の関連ドキュメント

名称	説明
Gowin AEC IP ユーザーガイド(IPUG761)	即ち、本マニュアル

6.2 デザインのソースコード(暗号化)

この IP コアのソースコードは暗号化されています。

表 6-2 AEC のソースコード一覧

名称	説明
aec.v	暗号化されている、IP コアのトップレベル・ファイル。ユーザーにインターフェース情報を提供します。

6.3 リファレンス・デザイン

Gowin AEC RefDesign フォルダには、主に Gowin AEC IP のネットリスト・ファイル、リファレンス・デザイン、制約ファイル、トップレベル・ファイル、およびプロジェクト・フォルダなどが含まれています。

表 6-3 Gowin AEC IP RefDesign フォルダのコンテンツ一覧

名称	説明
top.v	リファレンス・デザインのトップ・モジュール
AEC.cst	物理制約ファイル

名称	説明
AEC.sdc	タイミング制約ファイル
aec	AEC プロジェクト・フォルダ
aec.v	AEC IP のトップレベル・ファイル(暗号化)
aec.vo	AEC IP のネットリスト・ファイル

