



Gowin AGC IP

ユーザーガイド

IPUG762-1.0J, 2021-02-24

著作権について（2021）

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。

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

「GOWINSEMI®」、「LittleBee®」、「Arora」、及びGOWINSEMIのロゴは、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、www.gowinsemi.com.cnにおいて記載されているそれぞれの権利者に帰属しています。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。本文書における全ての情報は、予備的情報として取り扱われなければなりません。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
2021/02/24	1.0J	初版。

目次

目次.....	i
図一覧.....	ii
表一覧.....	iii
1 本マニュアルについて	1
1.1 マニュアル内容	1
1.2 関連ドキュメント	1
1.3 用語、略語.....	1
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 AGC IP の紹介	3
2.2 アルゴリズム	3
3 機能及び性能.....	6
3.1 主な機能	6
3.2 最大周波数.....	6
3.3 レイテンシ.....	6
3.4 リソース使用率	6
4 機能の説明	8
4.1 ポートの説明.....	8
4.2 タイミングの説明.....	9
4.3 使用法.....	11
5 呼び出しと構成	14
5.1 IP の呼び出し	14
5.2 構成 GUI	14
6 リファレンスデザイン	17

図一覧

図 2-1 Gowin AGC アルゴリズムの説明	4
図 4-1 Gowin AGC IP のポート図	8
図 4-2 Gowin AGC IP のリセットのタイミング	10
図 4-3 Gowin AGC IP のデータ入力タイミング	10
図 5-1 Gowin AGC IP の呼び出し	14
図 5-2 Gowin AGC IP の Options タブの構成	15
図 5-3 Gowin AGC IP の Filter Constants タブの構成	16

表一覧

表 1-1 用語、略語.....	2
表 2-1 Gowin AGC IP の概要	3
表 3-1 Gowin AGC IP のリソース使用率	7
表 4-1 Gowin AGC IP の IO ポート一覧.....	9
表 5-1 構成オプションの説明	15
表 5-2 構成オプションの説明	16

1 本マニュアルについて

1.1 マニュアル内容

本マニュアルは、ユーザーが Gowin AGC IP を使いこなせるよう、その概要、機能、構成と呼び出し、およびリファレンスデザインなどについて説明します。

1.2 関連ドキュメント

GOWIN セミコンダクターの Web サイト 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](#))
- GW1NRF シリーズ Bluetooth FPGA 製品データシート([DS891](#))
- GW1NS シリーズ FPGA 製品データシート([DS821](#))
- GW1NSER シリーズ FPGA 製品データシート([DS881](#))
- GW1NSR シリーズ FPGA 製品データシート([DS861](#))
- 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](#))
- Gowin ソフトウェア ユーザーガイド ([SUG100](#))

1.3 用語、略語

表 1-1 に、本マニュアルで使用される用語、略語、及びその意味を示します。

表 1-1 用語、略語

用語、略語	正式名称	意味
IP	Intellectual Property	設計資産
LUT	Look-up Tables	ルックアップテーブル
BSRAM	Block Static Random Access Memory	ブロック・スタティック RAM
DSP	Digital Signal Processor	デジタル・シグナル・プ ロセッサ
AGC	Automatic Gain Control	自動利得制御
NLMS	Normalized Least Mean Square	正規化最小二乗平均

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。

Web サイト : www.gowinsemi.com/ja

E-mail : support@gowinsemi.com

2 概要

2.1 Gowin AGC IP の紹介

Gowin AGC IP は、利得係数のゆっくりとした変化を実現するために使用されます。音声の有効期間中に、音声信号の短期的なパワーが推定され、期待値と比較されます。音声信号がしきい値を超えると、利得係数 $g(n)$ が減少し、その逆の場合、利得係数 $g(n)$ が増加します。音声の短い一時停止中の利得の急激な変化を回避するために、 $g(n)$ は非常に小さなステップサイズで増減します。

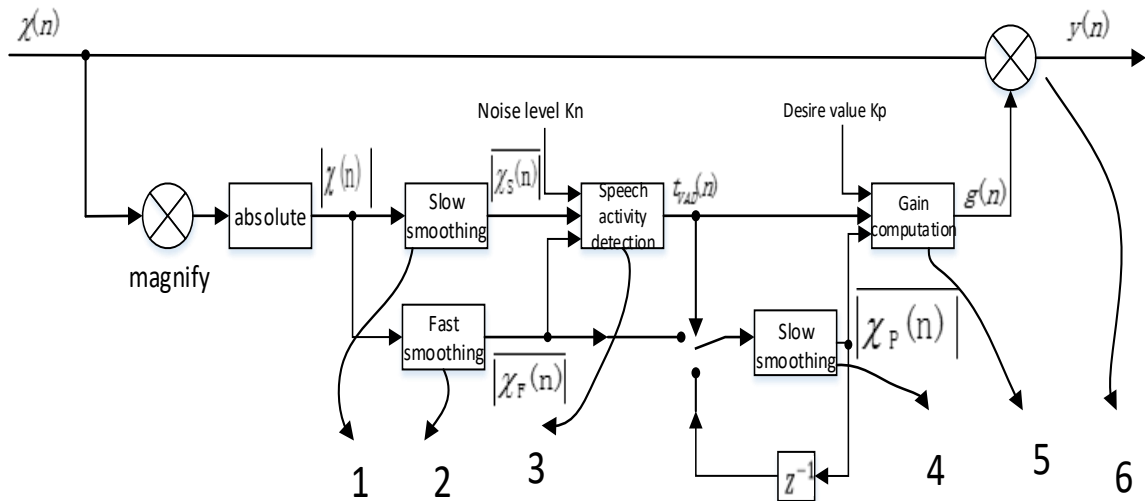
表 2-1 Gowin AGC IP の概要

Gowin AGC IP	
ロジックリソース	表 3-1 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	Synplify_Pro/GowinSynthesis
統合開発環境	Gowin ソフトウェア

2.2 アルゴリズム

AGC は、入力される音声信号に応じて利得を自動的に調整します。利得は音声信号が大きい場合に縮小し、小さい場合に増幅して音声信号を安定した範囲に維持します。Gowin AGC IP アルゴリズムの実装プロセスを図 2-1 に示します。

図 2-1 Gowin AGC アルゴリズムの説明



各番号に対応する操作：

1. $|\chi_s(n)|$ を計算します。
2. $|\chi_f(n)|$ を計算します。
3. 音声検出用の $t_{vad}(n)$ を計算し、しきい値 Kn 未満のものはノイズと見なされます。
4. $\chi_p(n)$ を計算して、現在の利得を増やすか減らすかを判断します。
5. 利得 $g(n)$ を計算します。
6. 出力 $y(n)$ を計算します。

アルゴリズムの説明図では、各パラメータの計算式は次のとおりです。

- $|\chi_s(n)| = (1 - \gamma_s(n))|\chi(n)| + \gamma_s(n)|\chi_s(n-1)|$

- $\gamma_s(n) = \begin{cases} \gamma_{s,r}, & \text{if } |\chi(n)| > |\chi_s(n-1)| \\ \gamma_{s,f}, & \text{else} \end{cases}$

- $|\chi_f(n)| = (1 - \gamma_f(n))|\chi(n)| + \gamma_f(n)|\chi_f(n-1)|$

- $\gamma_F(n) = \begin{cases} \gamma_{F,r}, & \text{if } |\chi(n)| > \overline{|\chi_F(n-1)|} \\ \gamma_{F,f}, & \text{else} \end{cases}$
- $t_{VAD}(n) = \begin{cases} 1, & \text{if } \overline{|\chi_F(n)|} > \max\{\overline{|\chi_S(n)|}, K_n\} \\ 0, & \text{else} \end{cases}$
- $\chi_P(n) = \begin{cases} (1 - \gamma_P(n))\overline{|\chi_F(n)|} + \gamma_P(n)\overline{|\chi_P(n-1)|}, & \text{if } t_{VAD}(n) = 1 \\ \overline{|\chi_P(n-1)|}, & \text{else} \end{cases}$
- $\gamma_P(n) = \begin{cases} \gamma_{P,r}, & \text{if } \overline{|\chi_F(n)|} > \overline{|\chi_P(n-1)|} \\ \gamma_{P,f}, & \text{else} \end{cases}$
- $g(n) = \begin{cases} g_{\text{mod}}(n)g(n-1), & \text{if } \overline{|\chi_F(n)|} > \overline{|\chi_P(n-1)|} \\ g(n-1), & \text{else} \end{cases}$
- $g_{\text{mod}}(n) = \begin{cases} g_{\text{inc}}, & \text{if } \overline{|\chi_P(n)|}g(n-1) < Kp \\ g_{\text{dec}}, & \text{else} \end{cases}$
- $y(n) = \chi(n)g(n)$

その中で、 $\gamma_{S,r}$ $\gamma_{S,f}$ $\gamma_{F,r}$ $\gamma_{F,f}$ $\gamma_{P,r}$ $\gamma_{P,f}$ などとはフィルター定数であり、Filter

Constants 構成 GUI の各パラメータに対応します。たとえば、 $\gamma_{S,r}$ は RSR に対応します。

注記：

以下、説明の便宜上、例えば、 $1\overline{|\chi_S(n)|}$ の計算を単に「1 計算」と呼びます。

3 機能及び性能

3.1 主な機能

- 利得の構成をサポート
- 音声検出しきい値の構成をサポート
- フィルタ一定数の構成をサポート

3.2 最大周波数

Gowin AGC 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決まります。例えば、GW2A-55 シリーズ FPGA の場合、最大周波数は 170MHz です。

3.3 レイテンシ

Gowin AGC IP の最大遅延は、実際の使用によって異なります。チャンネルが同期された後、最初のチャンネルのデータを使用する必要があります。約 73 サイクルのあと、利得値が計算され、データ `pdata_out` が出力されます。チャンネルが最初のチャンネルでない場合、各チャンネルでは `pdata_out` は約 11 サイクルで出力されます。

3.4 リソース使用率

Gowin AGC IP を Verilog で実装します。パフォーマンスとリソース使用率は、使用されているデバイスの集積度、速度、グレード、および IP のモードによって異なる場合があります。

例えば、GW2A-55 シリーズ FPGA の場合、この Gowin AGC IP（デフォルトの構成）のリソース使用率は表 3-1 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 3-1 Gowin AGC IP のリソース使用率

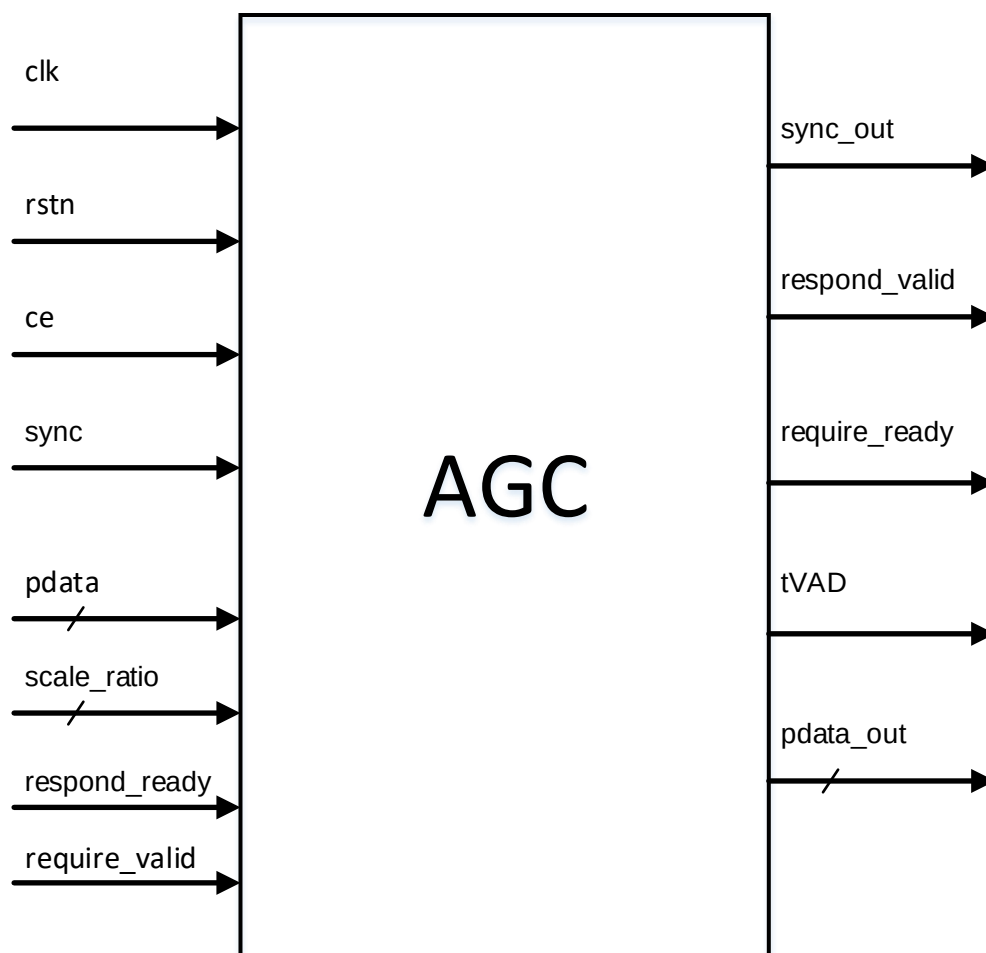
シリーズ	スピード グレード	リソース使用率		備考	
GW2A-55	C8/I7	LUT		819	-
		DSP	MULT36X36	1	
			ALU54D	1	
		REG		922	

4機能の説明

4.1 ポートの説明

Gowin AGC IP の IO ポートを図 4-1 に示します。

図 4-1 Gowin AGC IP のポート図



Gowin AGC IP の IO ポートの詳細を表 4-1 に示します。

表 4-1 Gowin AGC IP の IO ポート一覧

信号	方向	説明
clk	入力	クロック
rstn	入力	リセット信号、アクティブ Low
ce	入力	モジュール動作イネーブル。AGC が常に動作している場合、常に 1 に設定します。
sync	入力	入力同期信号。現在のデータが最初のチャンネルのデータであるとき、それは High にプルアップされます。
pdata	入力	入力パラレルデータ、ビット幅は 24。
scale_ratio	入力	フロントエンドの倍率。ビット幅は 8、最後の 4 桁は小数部です。たとえば、8'h18 は 1.5 倍の倍率を意味します。
respond_ready	入力	出力可のハンドシェイク信号
require_valid	入力	入力有効のハンドシェイク信号
sync_out	出力	出力同期信号
respond_valid	出力	出力有効のハンドシェイク信号
require_ready	出力	入力可のハンドシェイク信号
tVAD	出力	音声認識信号
pdata_out	出力	出力パラレルデータ、ビット幅は 24。

注記：

- scale_ratio は、音量の微調整にできます。入力が大きすぎると、データのオーバーフローが発生します。音声の調整が不要な場合、推奨される入力値は 8'h10 です。
- tVAD は音声認識に使用できます。tVAD= 1 の場合、現時点で音声入力があることを示します。KN（音声検出しきい値）を下げると、より小さい音声を認識できるようになります。

4.2 タイミングの説明

Gowin AGC IP のタイミングを図 4-2、図 4-3 に示します。

図 4-2 Gowin AGC IP のリセットのタイミング

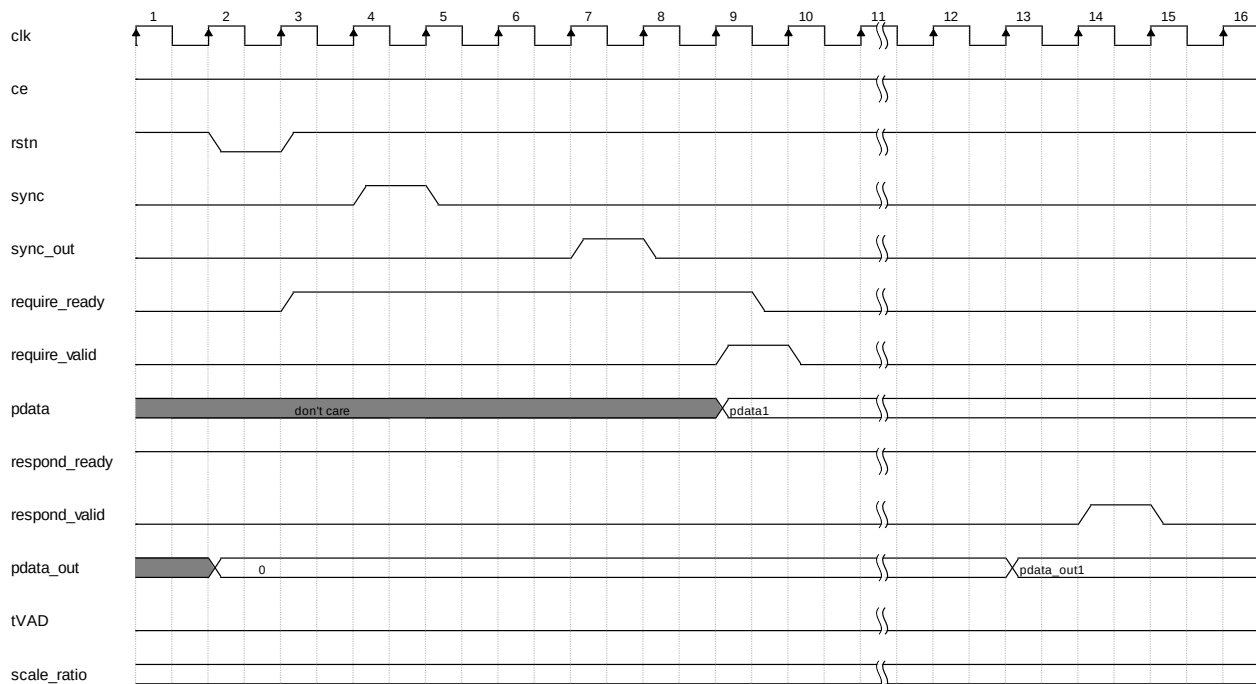
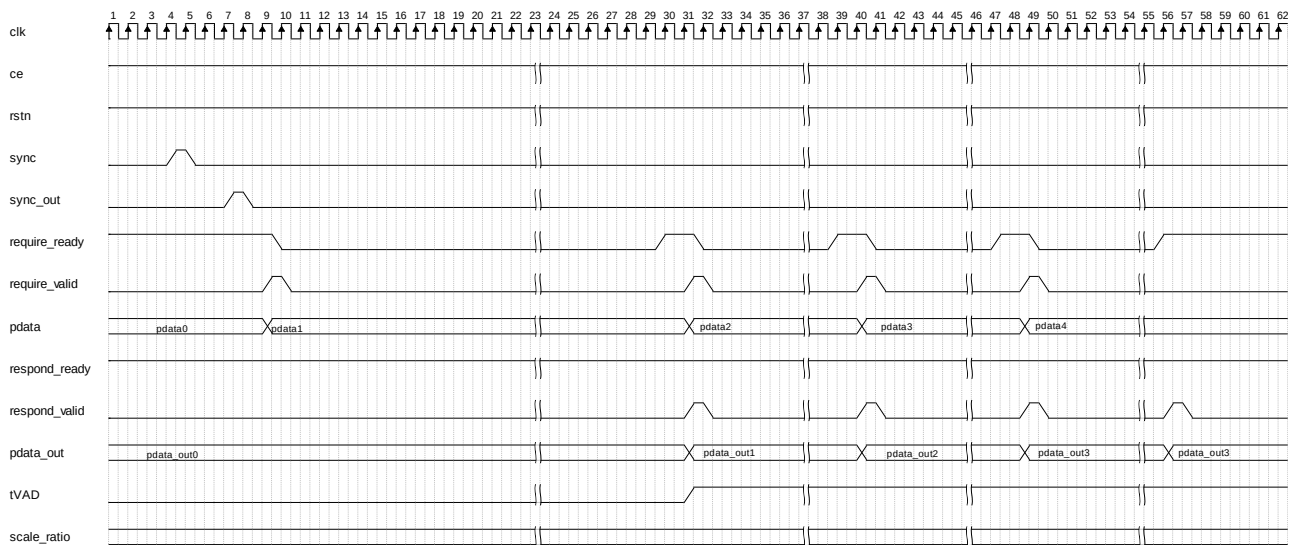


図 4-2 に示すように、IP が常に機能している場合、**ce** は常に 1 になります。リセット後、**require_ready** は 1 になり、データを受け入れることができることを示します。**respond_valid**、**tvAD**、**sync_out**、および **pdata_out** はすべて 0 になります。

sync と **require_valid** の入力後、IP は機能し始めます。

図 4-3 Gowin AGC IP のデータ入力タイミング



Gowin AGC IP のデータ入力タイミングを図 4-3 に示します。

1. **sync** の入力後、新しいフレームの送信が開始されます。2 クロックサイクルの遅延後、IP は **High** レベルの **sync_out** を出力します。このとき、**require_ready** は **High** である必要があり、IP のアップストリームモジュールからのデータを受け入れることができることを示します。IP のアップストリームモジュールから **High** レベルの **require_valid** を受信すると、IP は **require_ready** を **Low** にプルダウンし、この時点での **pdata** が計算に使用されます。計算が完了した後、**respond_ready** が **High** の場合、IP は **pdata_out** の値を更新し、**respond_valid** を 1 クロックサイクル **High** にプルアップして、この時点で出力が有効であることを示します。
2. IP は常に入力される最新の **scale_ratio** を使用して音量を調整します。
3. IP のダウンストリームモジュールのデータ処理速度が十分に速い場合、**respond_ready** は常に 1 になります。
4. 各同期の後、最初のチャンネルのデータを使用して利得値を計算する必要があるため、所要時間はわずかに長くなり、**pdata_out** を出力するのに約 73 クロックサイクルかかります。ほかの各チャンネルは、最初のチャンネルの利得値を使用して **pdata_out** を出力するのに 11 クロックサイクルかかります。

4.3 使用法

IP の一般的な使用法

Gowin AGC IP は、単一または複数のチャンネルの音声データの処理できます。IP は、**sync** と **require_valid** を併用することにより、チャンネル数の同期を完了します。**sync** が 1 サイクル **High** にプルアップされると、次の有効なデータは最初のチャンネルのデータであることになります。**require_valid** が 1 サイクル **High** にプルアップされると、現在のデータが特定のチャンネルのデータであることになります。

シングルチャンネル計算の場合、シングルチャンネルデータであることを示すために **sync** と **require_valid** 信号を常に併用する必要があります。**sync** と **require_valid** の併用の例は次のとおりです。

```
(sync) require_valid >
(sync) require_valid >
.....
```

注記：

(sync) **require_valid** は、**sync** 後の最初の **require_valid** 信号を示します。

複数のチャンネルを使用する場合は、**sync** と **require_valid** 信号を併用して最初のチャンネルのデータであることを示し、次に **require_valid** 信号を使用して他のチャンネルのデータを順番に処理します。例えば、4 チャンネルのデータの場合、**sync** と **require_valid** の併用例は次のとおりです。

```
(sync) require_valid > require_valid > require_valid > require_valid >
```

(sync) require_valid > require_valid > require_valid > require_valid >

各チャンネルの最初のデータを順番に処理し、次に各チャンネルの 2 番目のデータを処理します。

例：

C1_1,C2_1,C3_1,C4_1 ;
 C1_2,C2_2,C3_2,C4_2 ;
 C1_3,C2_3,C3_3,C4_3 ;
 C1_4,C2_4,C3_4,C4_4 ;
 C1_5,C2_5,C3_5,C4_5 ;

Cx1_x2 は、x1 チャンネルの x2 番目のデータを表します。例えば、C3_4 は、3 番目のチャンネルの 4 番目のデータを表します。

IP が 2 つのサンプリングポイント間で各チャンネルのデータを処理できるよう、音声のサンプリング周波数は、次の条件を同時に満たす必要があります：
 $1/fs > ((Tf+n*Tc)/f)$

本文中で言及されている複数チャンネルは、特定の環境で、同時に、異なる場所で複数の音声データを収集することを指します。たとえば、部屋で、異なる位置にある 4 つのマイクが部屋の音声を収集する場合、収集されたデータは、4 チャンネルのデータになります。

注記：

- fs は音声のサンプリング周波数です。
- f は IP の動作周波数です。
- Tf は 73 で、最初のチャンネル計算に必要なサイクル数です。
- Tc は 11 で、複数チャンネルの場合、非最初チャンネル計算に必要なサイクル数です。
- n はチャンネル数から 1 を引いたもので、最小値は 0 です。たとえば、チャンネルが 3 つある場合、n = 2 です。

パラメータの説明

- GINC：利得の増加幅。GINC 値が大きいほど、利得をより速く増幅できます。
- GDEC：利得の減少幅。GDEC 値が大きいほど、利得をより速く下げられます。
- KN：音声検出しきい値。KN 値が大きいほど、音声検出のしきい値が大きくなります。tVAD 信号に影響します。
- KP：音声が安定した後のしきい値。KP が大きいほど、音声安定した後の音量のしきい値が大きくなります。
- RSR：1 計算でのフィルター上昇パラメータ。RSR が大きいほど、 $\left| \chi_s(n) \right|$ 値が増加する場合、よりゆっくりと増加します。

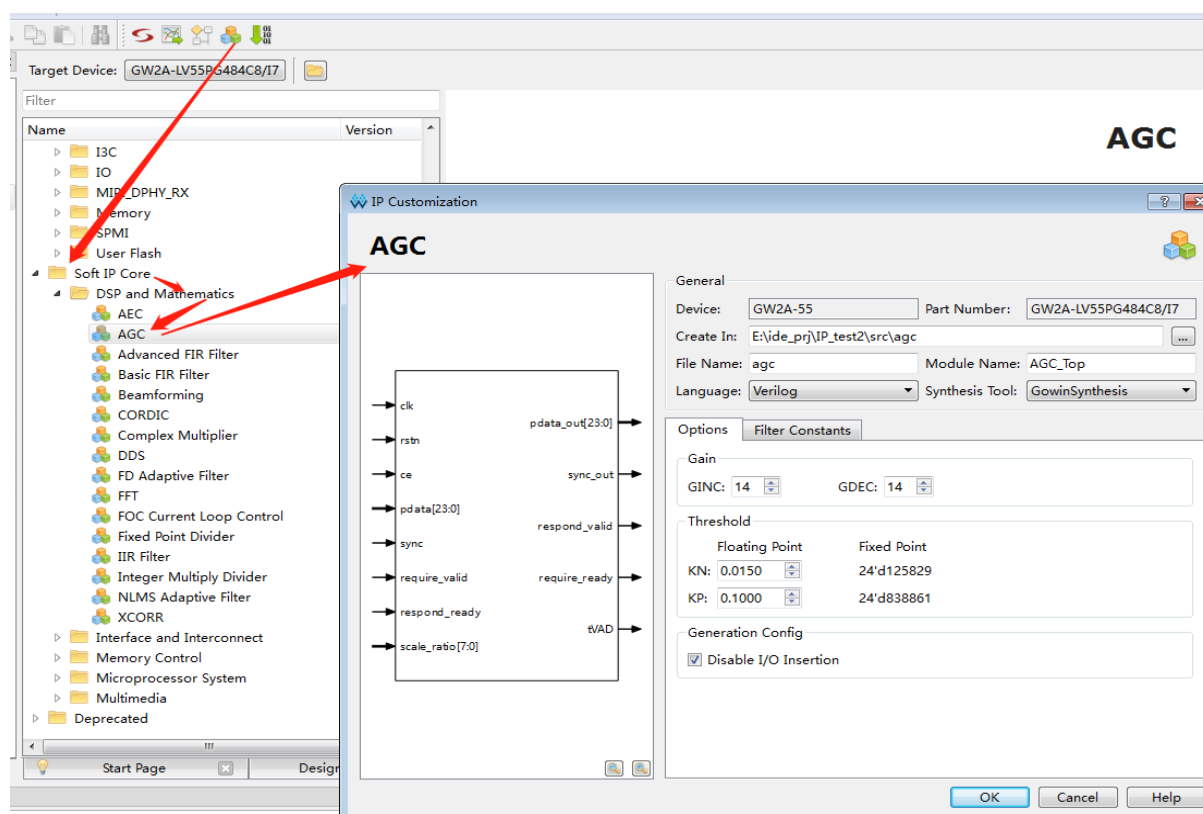
- **RSF** : 1 計算でのフィルター降下パラメータ。RSF が大きいほど、 $\overline{\chi_s(n)}$ 値が減少する場合、よりゆっくりと減少します。
- **RFR** : 2 計算でのフィルター上昇パラメータ。RFR が大きいほど、 $\overline{\chi_f(n)}$ 値が増加する場合、よりゆっくりと増加します。
- **RFF** : 2 計算でのフィルター降下パラメータ。RFF が大きいほど、 $\overline{\chi_f(n)}$ 値が減少する場合、よりゆっくりと減少します。
- **RPR** : 4 計算でのフィルター上昇パラメータ。RPR が大きいほど、 $\chi_p(n)$ 値が増加する場合、よりゆっくりと増加します。
- **RPF** : 4 計算でのフィルター降下パラメータ。RPF が大きいほど、 $\chi_p(n)$ 値が減少する場合、よりゆっくりと減少します。

5 呼び出しと構成

5.1 IP の呼び出し

Gowin ソフトウェア GUI のメニューバー > Tools > IP Core Generator を使用して Gowin AGC IP を呼び出し・構成できます。または、図 5-1 に示すように Gowin AGC IP の構成 GUI を開きます。

図 5-1 Gowin AGC IP の呼び出し

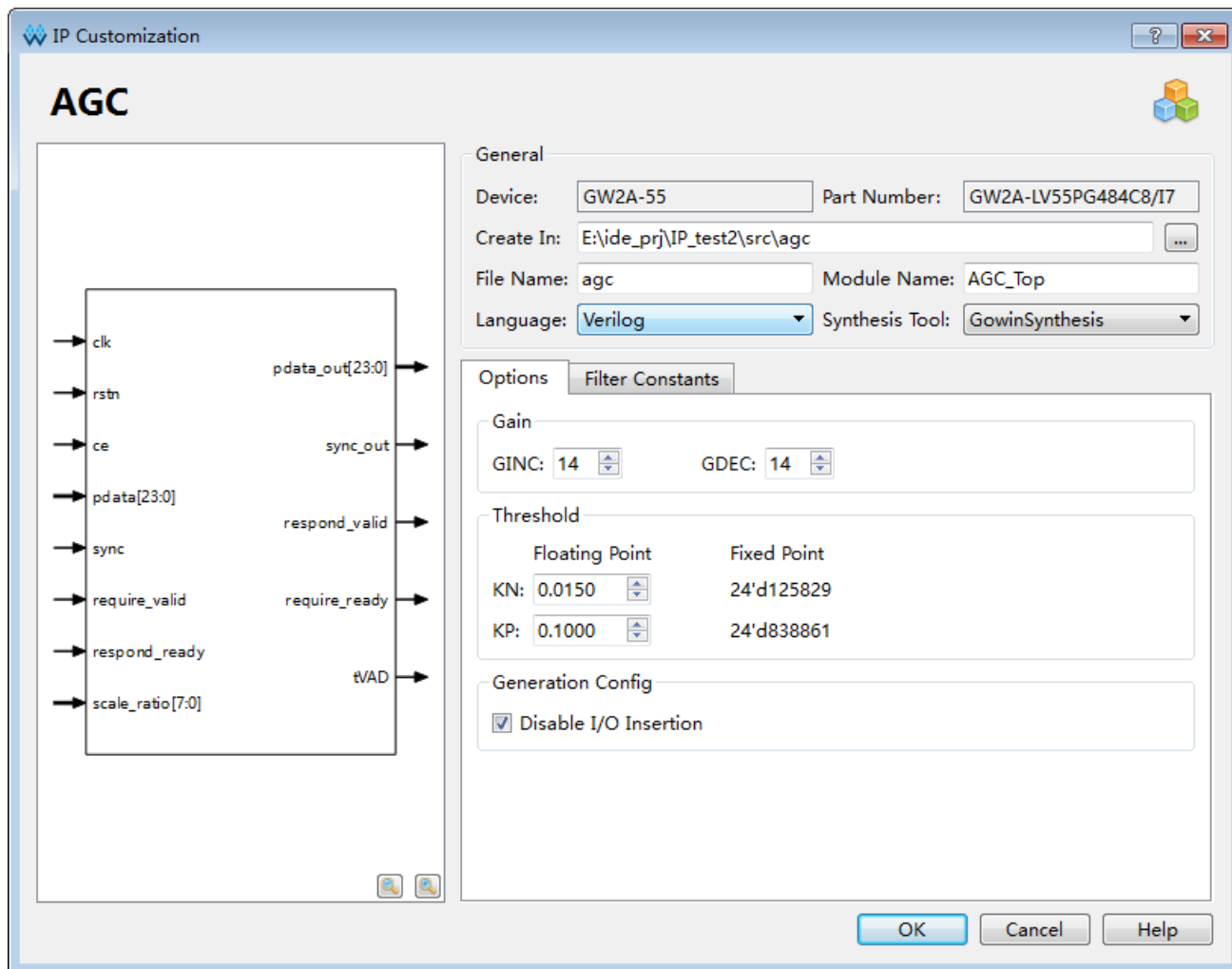


5.2 構成 GUI

Gowin AGC IP の構成 GUI は図 5-2 と図 5-3 に示すとおりです。

Options タブの構成

図 5-2 Gowin AGC IP の Options タブの構成



Options タブの各構成オプションの説明を表 5-1 に示します。

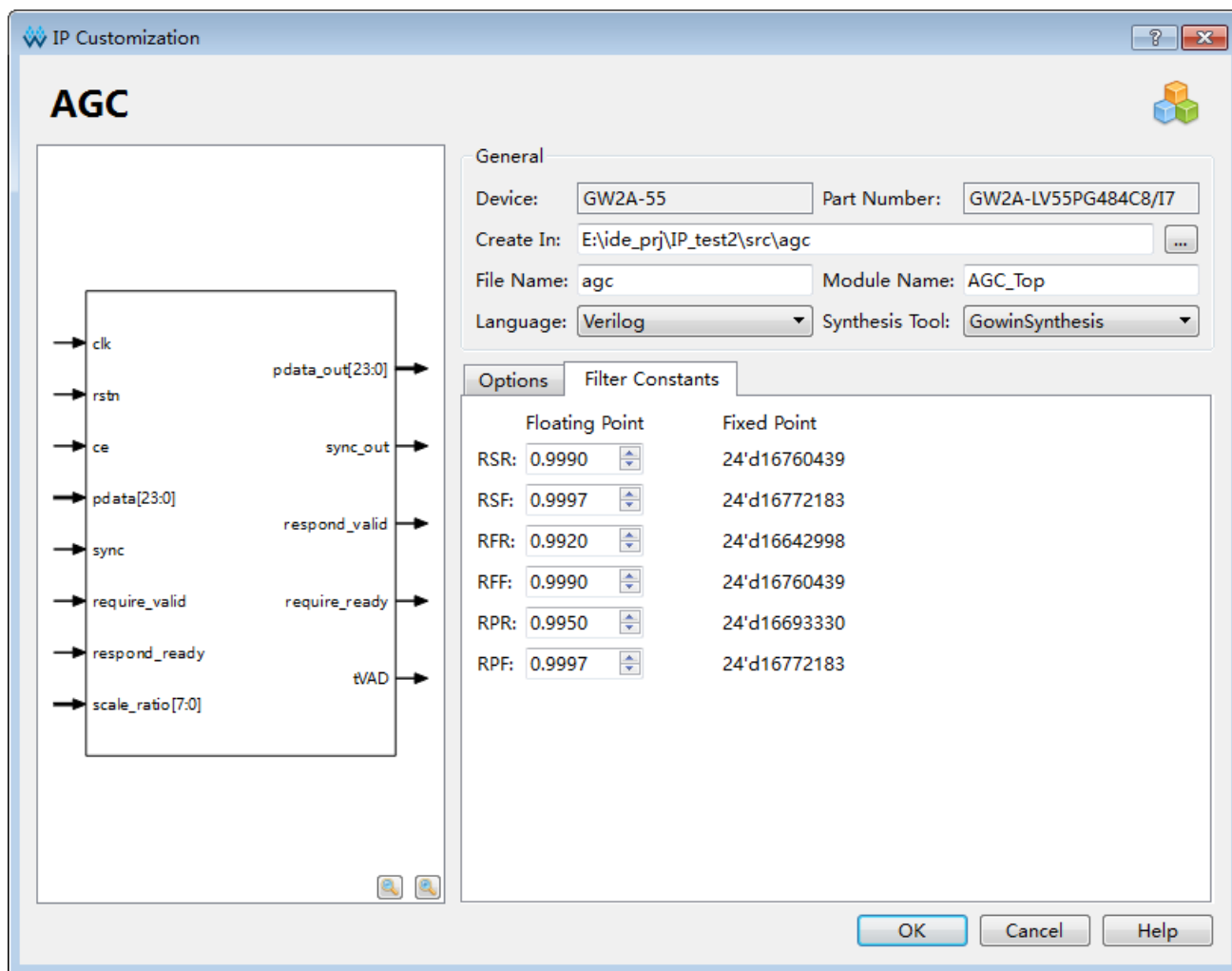
表 5-1 構成オプションの説明

オプション		説明
Gain	GINC	利得の増加幅：0~20。
	GDEC	利得の減少幅：0~20。
Threshold	KN	音声検出しきい値：0.0000~1.0000。
	KP	音声安定した後のしきい値：0.0000~1.0000。

Filter Constants タブの構成

Filter Constants タブの構成を図 5-3 に示します。

図 5-3 Gowin AGC IP の Filter Constants タブの構成



Filter Constants タブの各構成オプションの説明を表 5-2 に示します。

表 5-2 構成オプションの説明

オプション		説明
Filter Constants	RSR	1 計算でのフィルター上昇パラメータ : 0.9000~0.9999。
	RSF	1 計算でのフィルター降下パラメータ : 0.9000~0.9999。
	RFR	2 計算でのフィルター上昇パラメータ : 0.9000~0.9999。
	RFF	2 計算でのフィルター降下パラメータ : 0.9000~0.9999。
	RPR	4 計算でのフィルター上昇パラメータ : 0.9000~0.9999。
	RPF	4 計算でのフィルター降下パラメータ : 0.9000~0.9999。

6 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：

