



Arora V SEU Handler

ユーザーガイド

UG297-1.0.1J, 2025-10-29

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高云及び **Gowin** 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
2024/02/02	1.0J	初版。
2025/10/29	1.0.1J	「2 概要」を最適化。

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 マニュアルの内容	1
1.2 関連ドキュメント	1
1.3 用語と略語	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
3 モジュールの説明	4
3.1 SEU Handler IP の概要	4
3.2 SEU Handler の構造	5
3.3 ポート図	6
3.4 ポートの説明	6
3.5 ユーザーデザインのタイミング	8
3.5.1 SEU Handler モジュールの動作中のエラー検出	8
3.5.2 SEU Handler モジュールは訂正不可能なエラーが検出される際に動作を停止	9
3.5.3 ユーザーロジックにより、SEU Handler モジュールの動作を開始または停止	9
3.5.4 ユーザーロジックによるエラー挿入	10
4 GUI での構成	11
4.1 SEU Handler IP のインスタンス化	11
4.2 SEU 機能の構成	13

図一覧

図 3-1 Arora V コンフィギュレーション・フレームの構造.....	5
図 3-2 138K デバイスにおける SEU Handler のポート図	6
図 3-3 25K デバイスにおける SEU Handler のポート図	6
図 3-4 ECC エラー検出のタイミング図	8
図 3-5 訂正不可能なエラーを検出した後に SEU Handler モジュールが動作を停止するタイミング図	9
図 3-6 SEU Handler モジュールがユーザーロジックによって停止されるタイミング図	9
図 3-7 SEU Handler モジュールのエラー挿入のタイミング図	10
図 4-1 Gowin IP Core Generator の画面	11
図 4-2 SEU Handler の構成画面	12
図 4-3 SEU Handler IP の構成画面	13

表一覧

表 1-1 用語と略語	1
表 3-1 SEU Handler IP の概要	4
表 3-2 SEU Handler のポート一覧	6
表 3-3 各デバイスのエラー挿入位置範囲	8

1 本マニュアルについて

1.1 マニュアルの内容

Arora V SEU Handler ユーザー ガイドは、主に概要とモジュールの説明で構成されています。

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：

- 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](#))
- GW5AR シリーズ FPGA 製品データシート([DS1108](#))
- GW5AS-138 FPGA 製品データシート([DS1114](#))
- GW5AS-25 FPGA 製品データシート([DS1105](#))
- GW5AST シリーズ FPGA 製品データシート([DS1104](#))
- Gowin ソフトウェア ユーザーガイド([SUG100](#))

1.3 用語と略語

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 用語と略語

用語と略語	正式名称	意味
CRC	Cyclic Redundancy Check	巡回冗長検査
ECC	Error Correction Code	誤り訂正符号
SER	Soft Error Recovery	ソフト・エラー・リカバリ
SEU	Single Event Upset	シングル・イベント・アップセット

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

Arora V FPGA 製品向けの SEU Handler モジュールは、コンフィギュレーション・メモリ・ソフト・エラー・リカバリ機能を備えています。SEU Handler モジュールは、コンフィギュレーション・メモリを継続的に監視することで考えられるソフト・エラーを検出し、その能力の範囲内で訂正を試みます。FPGA の動作中、SEU Handler モジュールはバックグラウンドでコンフィギュレーション・データをフレームごとに読み出し、ECC デコードと CRC チェックを実行してエラーを検出します。エラーを訂正できる場合、計算されたエラー訂正済みビットが SRAM に書き戻されて、限られた数のエラーが訂正されます。

SEU Handler モジュールの機能と特徴は以下のとおりです。

- ECC および CRC のチェックと訂正アルゴリズムに基づく
- CRC は、SRAM のコンフィギュレーション中に任意の数のビットエラーを報告可能
- ECC は SRAM Frame ごとの 2 ビット・エラー位置報告とエラー訂正^[1]、および 4 ビット・エラー・アラームをサポート。そのうち 138K デバイスでの ECC は、64-bit SRAM データごとの 1 ビット・エラー位置報告とエラー訂正^[1]、および 2 ビット・エラー・アラームをサポート。
- ユーザーロジックを通じて有効にすることができ、また、デバイスのウェイクアップ時に自動的に有効になるようにすることもできる。
- 機能の検証と評価のための、ユーザーロジックによる 1 ビット・エラー挿入をサポート。

注記：

^[1] SEU Handler は、より高速なエラー訂正をサポートできます。詳細については、ローカルのテクニカル・サポートにお問い合わせください。

3 モジュールの説明

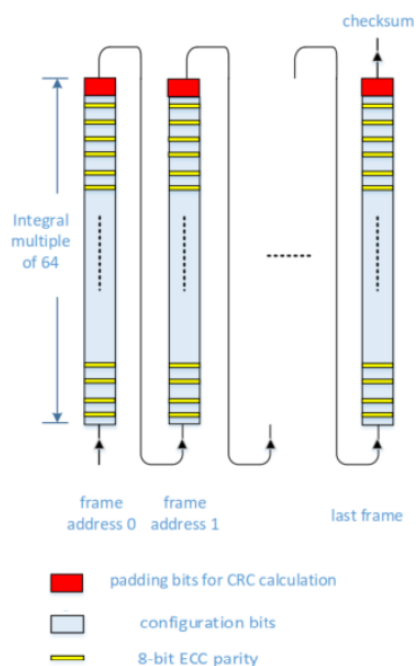
3.1 SEU Handler IP の概要

表 3-1 SEU Handler IP の概要

Gowin SEU Handler IP	
サポートされるデバイス	GW5A シリーズ GW5AT シリーズ GW5AR シリーズ GW5AS シリーズ GW5AST シリーズ
提供されるファイル	
設計ファイル	Verilog (暗号化)
リファレンス・デザイン	Verilog
テストベンチ	
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(V1.9.9.01 以降)

3.2 SEU Handler の構造

図 3-1 Arora V コンフィギュレーション・フレームの構造



ECC 機能がオンの場合、SEU Handler モジュールは SRAM にコンフィギュレーションされたデータをフレームごとにリードバックします。各 72 ビットのデータブロックでは、1 ビット・エラー訂正と 2 ビット・エラー検出のために、(72, 64)ハミングコードのデコード操作が実行されます。このプロセスでは、1 ビットのエラーを訂正し、訂正されたデータをコンフィギュレーション SRAM に書き戻すことができます。データブロック内の 2 ビットのエラーについては、検出および報告のみが可能です。CRC チェック・計算が同時に実行されます。この CRC 計算は SRAM フレーム全体をカバーします。すべてのコンフィギュレーションフレームがリードバックされた後、計算された CRC チェック値がロードされた golden 値と比較され、不一致があるかどうか報告されます。CRC チェックにおける不一致は、SRAM のコンフィギュレーション中にエラービットがあることを意味します。

SEU Handler は、エラー挿入をサポートし、また、自動モード(Auto)とユーザーモード(UserLogic)をサポートします。自動モードでは、FPGA のウェイクアップ後、FPGA は自動的に検出機能とエラー訂正機能の実行を開始します。ユーザーモードでは、ユーザーロジックを通じて SEU 機能を有効または無効にすることができます。

3.3 ポート図

図 3-2 138K デバイスにおける SEU Handler のポート図

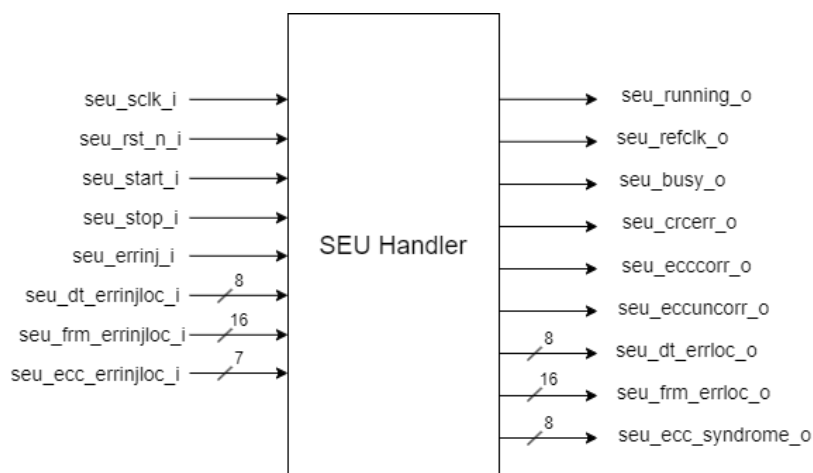
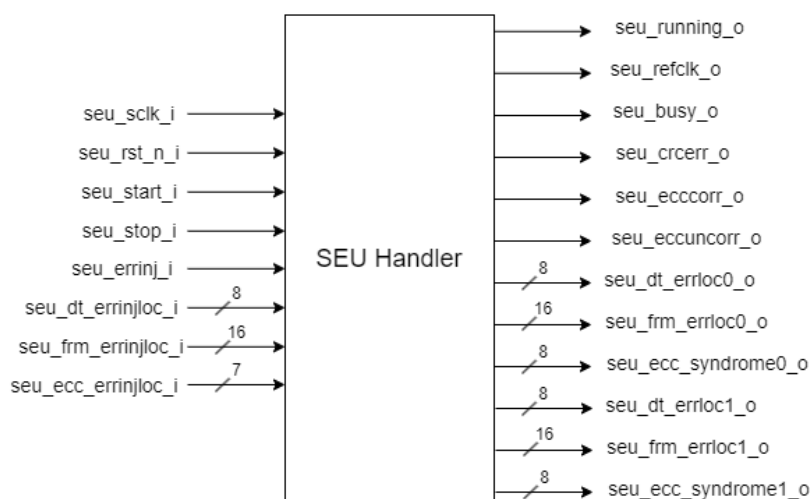


図 3-3 25K デバイスにおける SEU Handler のポート図



3.4 ポートの説明

表 3-2 SEU Handler のポート一覧

ポート	I/O	幅(ビット)	説明
seu_sclk_i	入力	1	クロックの入力
seu_rst_n_i	入力	1	リセットの入力、アクティブ Low
seu_start_i	入力	1	立ち上がりエッジで SEU Handler が開始されます
seu_stop_i	入力	1	立ち上がりエッジで SEU Handler が終了されます

ポート	I/O	幅(ビット)	説明
seu_errinj_i	入力	1	1 クロックサイクルの High パルスは、エラーを ECC モジュールに挿入する必要があることを示します。このパルスは、エラーが挿入されるアドレスと同じクロックサイクルで現れる必要があります。
seu_dt_errinjloc_i	入力	8	エラーが挿入される、データブロック内の位置
seu_frm_errinjloc_i	入力	16	エラーが挿入される、SRAM フレーム内の位置
seu_ecc_errinjloc_i	入力	7	エラーが挿入される、ECC ブロック内の位置
seu_running_o	出力	1	High レベルは、SEU Handler が実行中であることを示します(状態機械は IDLE 状態にあります)。
seu_crcerr_o	出力	1	1 クロックサイクルの High パルスは、CRC エラーが発生したことを示します
seu_ecccorr_o	出力	1	1 クロックサイクルの High パルスは、ECC エラーが訂正されたことを示します
seu_eccuncorr_o	出力	1	1 クロックサイクルの High パルスは、1 つの訂正不可能な ECC エラーを示します
seu_dt_errloc_o	出力	8	ECC エラーの、データブロック内のアドレス
seu_frm_errloc_o	出力	16	ECC エラーの、SRAM フレーム内のアドレス
seu_ecc_syndrome_o	出力	8	ECC エラーにはエラー数とその位置情報が含まれます
seu_busy_o	出力	1	ECC モジュールのエラー挿入および訂正機能が実行中であり、手動エラー挿入機能は現時点では無効です。
seu_refclk_o	出力	1	SEU Handler ユーザーデザインのリファレンス・クロックを生成するために使用されます。

アドレスの範囲はデバイスのサイズにより異なり、エラーが挿入される位置範囲を表 3-3 に示します。

表 3-3 各デバイスのエラー挿入位置範囲

デバイス	seu_dt_errinjloc_i	seu_frm_errinjloc_i	seu_ecc_errinjloc_i
GW5A-25 ^[1]	0~' d7	0~' d11071	0_nnnnnn: 64-bit ECC data 内のアドレス 例 : 0_000000: the ECC data bit[0] 0_111111: the ECC data bit[63] 1_xxxnnn: 8-bit parity のアドレス (x : don't care) 例 : 1_xxx000: the ECC parity bit[0] 1_xxx111: the ECC parity bit[7]
GW5A-138	0~' d23	0~' d21871	

注記 :

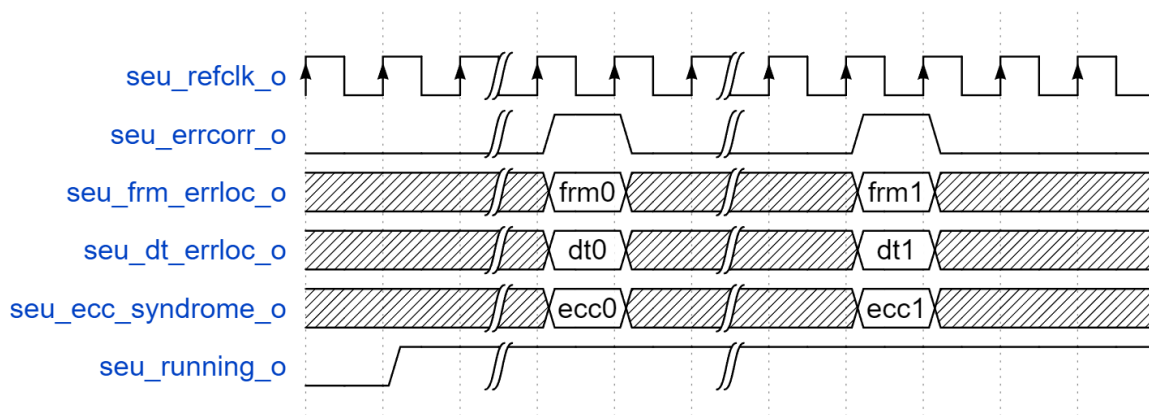
^[1] GW5A-25 は 2 セットのエラー位置情報を出力します。そのインターフェースの定義は GW5A-138K の位置情報出力と一致します。

3.5 ユーザーデザインのタイミング

3.5.1 SEU Handler モジュールの動作中のエラー検出

SEU Handler モジュールが SRAM データのスキャン中に ECC エラーを検出した場合、出力ポート **seu_ecccorr_o** 信号は 1 にセットされます。1 つのパルスが 1 つのエラーに対応します。エラーのアドレスは当該パルスの同じクロックサイクルで **seu_dt_errloc_o**、**seu_frm_errloc_o**、**seu_ecc_syndrome_o** を通じて報告されます。**seu_ecccorr_o** が 1 にセットされた後、SEU モジュールは訂正可能な 1 ビットエラーを訂正します。

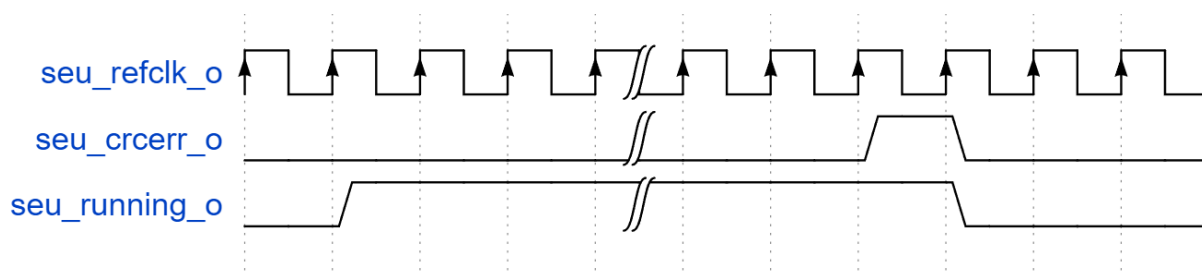
図 3-4 ECC エラー検出のタイミング図



3.5.2 SEU Handler モジュールは訂正不可能なエラーが検出される際に動作を停止

「Stop SEU Handler when detected uncorrectable ECC error or CRC checksum mismatch error(訂正不可能な ECC または CRC エラーを検出した後に動作を停止する)」というオプションが有効になっている場合、SEU Handler モジュールはエラーを検出すると、フレームの終わりで停止し、RUNNING 信号を Low にプルダウンします。

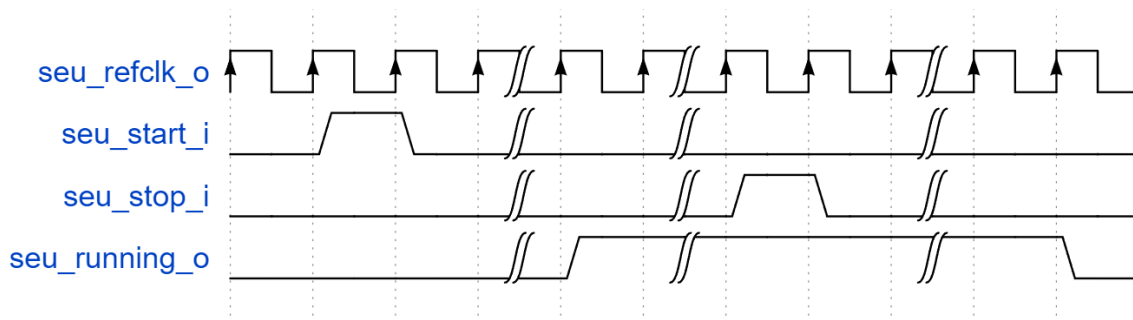
図 3-5 訂正不可能なエラーを検出した後に SEU Handler モジュールが動作を停止するタイミング図



3.5.3 ユーザーロジックにより、SEU Handler モジュールの動作を開始または停止

ユーザーロジックは、seu_start_i 信号と seu_stop_i 信号を制御することで、SEU Handler の動作を開始または停止できます。seu_running_o は、動作中の場合は 1、停止した場合は 0 です。その参照タイミングは、図 3-6 に示す通りです。

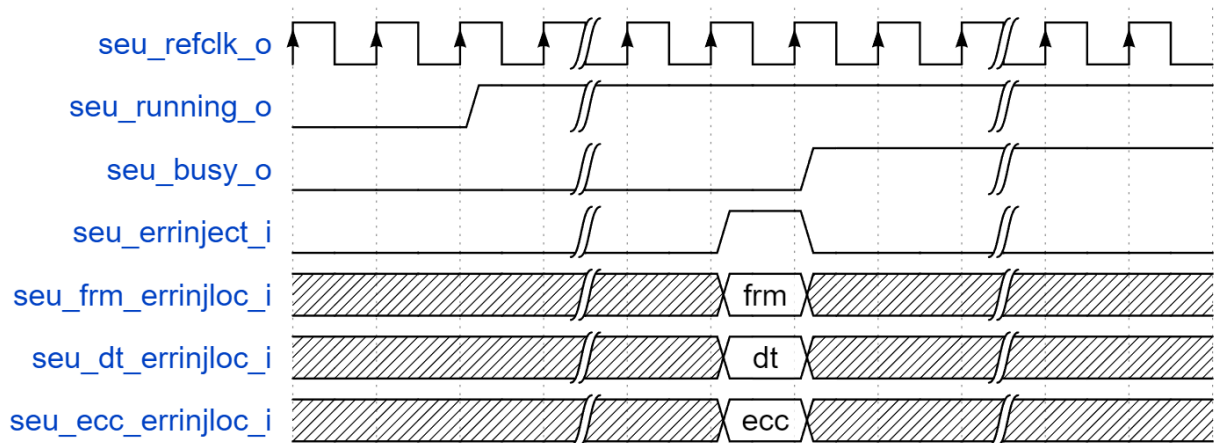
図 3-6 SEU Handler モジュールがユーザーロジックによって停止されるタイミング図



3.5.4 ユーザーロジックによるエラー挿入

UserLogic モードでは、ユーザーはロジックを通じて seu_errinj_i パルスを生成した後、コンフィギュレーション・ビットにエラーを挿入することができます。ユーザーは、seu_dt_errinjloc_i、seu_frm_errinjloc_i、seu_ecc_errinjloc_i を通じてエラーのアドレスを指定することができます。

図 3-7 SEU Handler モジュールのエラー挿入のタイミング図



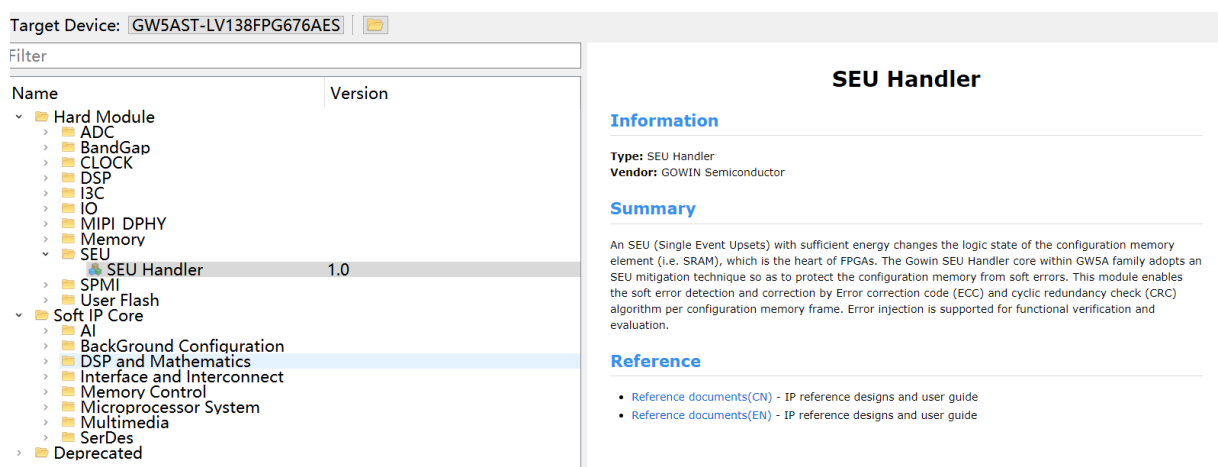
4GUI での構成

Gowin ソフトウェアの IP Core Generator を使用して、SEU Handler IP を呼び出し・構成することができます。SEU Handler IP の機能オプションは、「Project -> Configuration -> sysControl」で構成できます。

4.1 SEU Handler IP のインスタンス化

プロジェクトが作成された後、「Tools > IP Core Generator」をクリックして、Gowin の IP コア生成ツールを開きます(図 4-1)。

図 4-1 Gowin IP Core Generator の画面

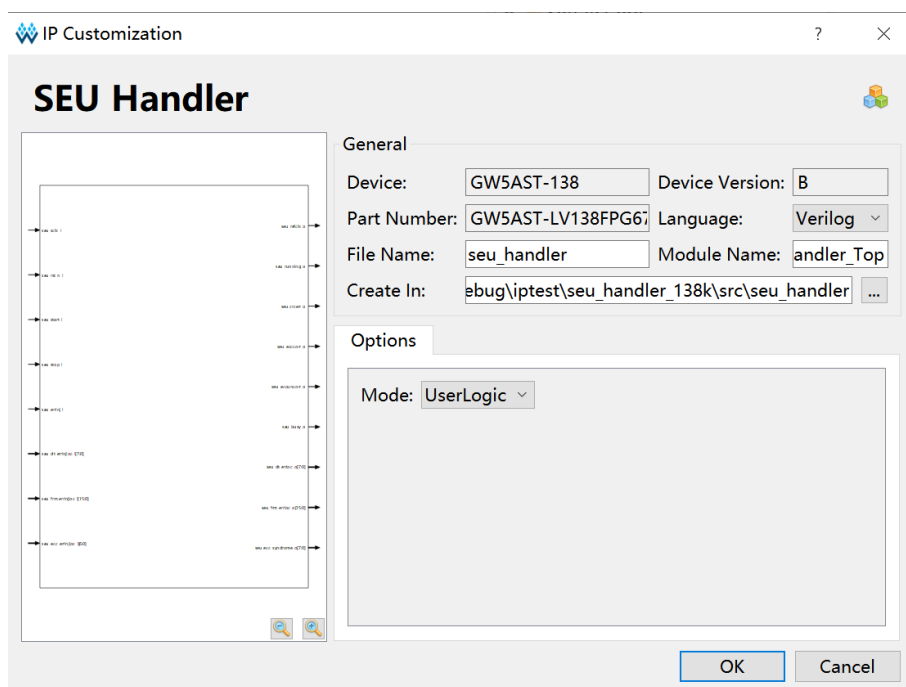


Gowin IP Core Generator の画面で「Hard Module -> SEU -> SEU Handler」をダブルクリックして、SEU Handler IP の構成画面を開きます(図 4-2)。

「UserLogic」と「Auto」の2つのモードがサポートされています。「UserLogic」では、ユーザーロジックを通じてエラー挿入や SEU Handler の ON/OFF の制御などを実装できます。「Auto」モードでは、SEU Handler は自動的に動作し、ユーザーにより制御されません。

注意：ここで選択したモードは、第 4.2 章におけるモードの構成と一致している必要があり、そうでない場合は期待どおりになりません。

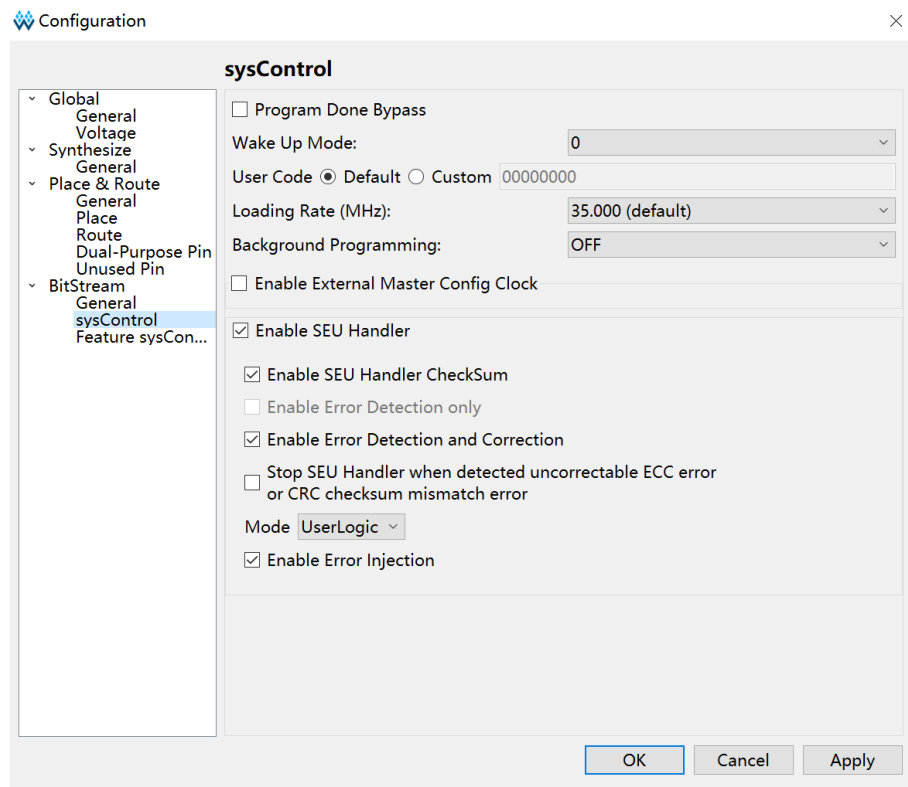
図 4-2 SEU Handler の構成画面



4.2 SEU 機能の構成

SEU Handler IP がインスタンス化されたら、「Project -> Configuration -> sysControl」で SEU Handler IP の機能を構成します。

図 4-3 SEU Handler IP の構成画面



SEU Handler IP の構成可能な主要機能は次のとおりです。

- **Enable SEU Handler :**
SEU Handler を有効にします。
- **Enable SEU Handler CheckSum :**
SEU Handler モジュールの CRC 機能を有効にします。
- **Enable Error Detection Only :**
SEU Handler のエラー検出のみを有効にします。
- **Enable Error Detection and Correction :**
SEU Handler のエラー訂正機能を有効にします。
- **Stop SEU Handler when detected uncorrectable ECC error or CRC checksum mismatch error :**

チェックすると、SEU Handler モジュールは訂正不可能な ECC または CRC エラーを検出した後に停止します。

- **Mode :**

「Auto」と「UserLogic」の2つのモードがあります。

「Auto」モードでは、SEU Handler は FPGA のウェイクアップ後に自動的に動作し、ユーザーロジックにより制御されません。

「UserLogic」モードでは、ユーザーロジックは SEU Handler モジュールの開始、停止、および手動エラー挿入を制御します。手動エラー挿入機能を有効にするには、「Enable Error Injection」オプションをチェックする必要があります。

注記：

ここで選択したモードは、4.1 におけるモードの構成と一致している必要があり、そうでない場合は期待どおりになりません。

