



Gowin CSC IP ユーザーガイド

IPUG902-2.0J, 2023-10-31

著作権について(2023)

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、及びGOWINSEMI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
2019/09/16	1.0J	初版。
2021/11/18	1.0.1J	2.3 リソース使用量を更新。
2023/10/31	2.0J	● ドキュメントの構造を更新。 ● リファレンス・デザインを更新。

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、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 概要	3
2.2 主な特徴	4
2.3 リソース使用量	4
3 機能の説明	5
3.1 ブロック図	5
3.2 動作原理	5
3.3 ポート一覧	7
3.4 パラメータの構成	10
3.5 タイミングの説明	11
4 GUI での構成	13
5 リファレンス・デザイン	16
6 提供されるファイル	18
6.1 ドキュメント	18
6.2 デザインのソースコード(暗号化)	18
6.3 リファレンス・デザイン	18

図一覧

図 3-1 ブロック図	5
図 3-2 CSC IP のポート図	8
図 3-3 データ入出力インターフェースのタイミング図	12
図 4-1 IP Core Generator を開く	13
図 4-2 CSC IP コアを開く	14
図 4-3 IP コアの構成画面.....	14
図 4-4 基本情報の構成画面.....	15
図 4-5 "Data Options" タブ	15
図-1 リファレンス・デザインの構造	16

表一覧

表 1-1 用語、略語	2
表 2-1 Gowin CSC IP	3
表 2-2 リソース使用量	4
表 3-1 標準色空間変換式の係数	6
表 3-2 Gowin CSC IP のポート一覧	8
表 3-3 Gowin CSC IP のパラメータ	10
表 6-1 ファイル一覧	18
表 6-2 デザインのソースコード一覧	18
表 6-3 Gowin_CSC_RefDesign フォルダのコンテンツ一覧	18

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 CSC IP を使いこなせるよう、その機能、ポート、タイミング、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 1.9.9 Beta-6 バージョンの場合のものです。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](#))
- GW1NRF シリーズ 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](#))
- GW1NSR シリーズ FPGA 製品データシート([DS861](#))
- GW1NSER シリーズ FPGA 製品データシート([DS881](#))
- 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](#))
- GW2AN-55 FPGA 製品データシート([DS976](#))
- GW2AN-18X & 9X FPGA 製品データシート([DS971](#))
- GW5AT シリーズ FPGA 製品データシート([DS981](#))
- 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、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
BT	Broadcasting Service (Television)	放送サービス(テレビ)
CSC	Color Space Convertor	色空間変換
DE	Data Enable	データイネーブル
FPGA	Field Programmable Gate Array	フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ
HS	Horizontal Sync	水平同期
IP	Intellectual Property	設計資産
ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
ITU-R	ITU Radiocommunication sector	国際電気通信連合 無線通信部門
RGB	R(Red) G(Green) B(Blue)	赤緑青色空間
VESA	Video Electronics Standards Association	ビデオ・エレクトロニクス・スタンダーズ・アソシエーション
VS	Vertical Sync	垂直同期
YCbCr	Y(Luminance) CbCr(Chrominance)	YCbCr 色空間
YIQ	Y(Luminance) I(In-phase) Q(Quadrature-phase)	YIQ 色空間
YUV	Y(Luminance) UV(Chrominance)	YCbCr 色空間

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

2.1 概要

色空間(Color Space)は、色のコレクションの数学的な表現です。最も一般的なカラーモデルとしては、RGB(コンピュータグラフィックス用)、YIQ、YUV または YCbCr(ビデオシステム用)などが挙げられます。Gowin CSC(Color Space Converter)IP は、YCbCr と RGB 間の変換など、3 軸座標の色空間を変換するために使用されます。

表 2-1 Gowin CSC IP

Gowin CSC 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)
リファレンス・デザイン	Verilog
テストベンチ	Verilog
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 (V1.9.6.02Beta 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。

2.2 主な特徴

- YCbCr、RGB、YUV、YIQ 3 軸座標の色空間変換をサポート
- 定義済みの BT601、BT709 標準色空間変換式をサポート
- カスタム係数変換式をサポート
- 符号付きデータと符号なしデータをサポート
- 8,10,および 12 ビットのデータ幅をサポート。

2.3 リソース使用量

Gowin CSC IP は、Verilog 言語で実現されます。そのリソース使用量は表 2-2 に示す通りです。他の Gowin FPGA におけるアプリケーション検証については、更新版を参照してください。

表 2-2 リソース使用量

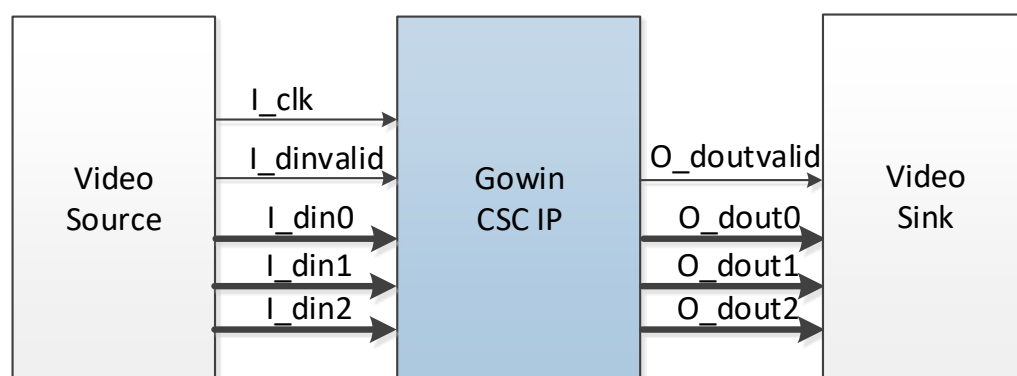
デバイス	GW1N-4	GW1N-4
色空間	SDTV Studio RGB to YCbCr	SDTV Studio RGB to YCbCr
データ幅	8	12
係数幅	11	18
LUTs	97	106
Registers	126	129

3 機能の説明

3.1 ブロック図

図 3-1 に示すように、Gowin CSC IP は、ビデオソースから 3 つのコンポーネントのビデオデータを受信し、選択した変換式に基づいてリアルタイムで変換します。

図 3-1 ブロック図



3.2 動作原理

色空間変換は行列演算です。すべての色空間は、RGB 情報から得られます。

RGB および YCbCr(HDTV、BT709)色空間の変換式を例に説明します:

RGB から YCbCr への変換

$$Y_{709} = 0.213R + 0.715G + 0.072B$$

$$Cb = -0.117R - 0.394G + 0.511B + 128$$

$$Cr = 0.511R - 0.464G - 0.047B + 128$$

YCbCr から RGB への変換

$$R = Y_{709} + 1.540 * (Cr - 128)$$

$$G = Y_{709} - 0.459 * (Cr - 128) - 0.183 * (Cb - 128)$$

$$B = Y_{709} + 1.816 * (Cb - 128)$$

色空間変換式の構造は類似しているため、色空間変換では統一された式を使用できます。

$$\text{dout0} = \text{A0} * \text{din0} + \text{B0} * \text{din1} + \text{C0} * \text{din2} + \text{S0}$$

$$\text{dout1} = \text{A1} * \text{din0} + \text{B1} * \text{din1} + \text{C1} * \text{din2} + \text{S1}$$

$$\text{dout2} = \text{A2} * \text{din0} + \text{B2} * \text{din1} + \text{C2} * \text{din2} + \text{S2}$$

ここでは、A0、B0、C0、A1、B1、C1、A2、B2、C2 は 9 個の乗算係数、S0、S1、S2 は 3 つの定数、din0、din1、din2 は 3 つのチャンネルの入力、dout0、dout1、dout2 は 3 つのチャンネルの出力です。

定義済みの標準色空間変換式の係数テーブルを表 3-1 に示します。

表 3-1 標準色空間変換式の係数

Color Model	Channel No.	A	B	C	S
SDTV Studio RGB to YCbCr	0	0.299	0.587	0.114	0.000
	1	-0.172	-0.339	0.511	128.000
	2	0.511	-0.428	-0.083	128.000
SDTV Computer RGB to YCbCr	0	0.257	0.504	0.098	16.000
	1	-0.148	-0.291	0.439	128.000
	2	0.439	-0.368	-0.071	128.000
SDTV YCbCr to Studio RGB	0	1.000	0.000	1.371	-175.488
	1	1.000	-0.336	-0.698	132.352
	2	1.000	1.732	0.000	-221.696
SDTV YCbCr to Computer RGB	0	1.164	0.000	1.596	-222.912
	1	1.164	-0.391	-0.813	135.488
	2	1.164	2.018	0.000	-276.928
HDTV Studio RGB to YCbCr	0	0.213	0.715	0.072	0.000
	1	-0.117	-0.394	0.511	128.000
	2	0.511	-0.464	-0.047	128.000
HDTV Computer RGB to YCbCr	0	0.183	0.614	0.062	16.000
	1	-0.101	-0.338	0.439	128.000
	2	0.439	-0.399	-0.040	128.000
HDTV YCbCr to Studio RGB	0	1.000	0.000	1.540	-197.120
	1	1.000	-0.183	-0.459	82.176
	2	1.000	1.816	0.000	-232.448
HDTV YCbCr to Computer RGB	0	1.164	0.000	1.793	-248.128
	1	1.164	-0.213	-0.534	76.992
	2	1.164	2.115	0.000	-289.344
Computer RGB to YUV	0	0.299	0.587	0.114	0.000
	1	-0.147	-0.289	0.436	0.000
	2	0.615	-0.515	-0.100	0.000
YUV to Computer RGB	0	1.000	0.000	1.140	0.000
	1	1.000	-0.395	-0.581	0.000

Color Model	Channel No.	A	B	C	S
	2	1.000	-2.032	0.000	0.000
Computer RGB to YIQ	0	0.299	0.587	0.114	0.000
	1	0.596	-0.275	-0.321	0.000
	2	0.212	-0.523	0.311	0.000
YIQ to Computer RGB	0	1.000	0.956	0.621	0.000
	1	1.000	-0.272	-0.647	0.000
	2	1.000	-1.107	1.704	0.000

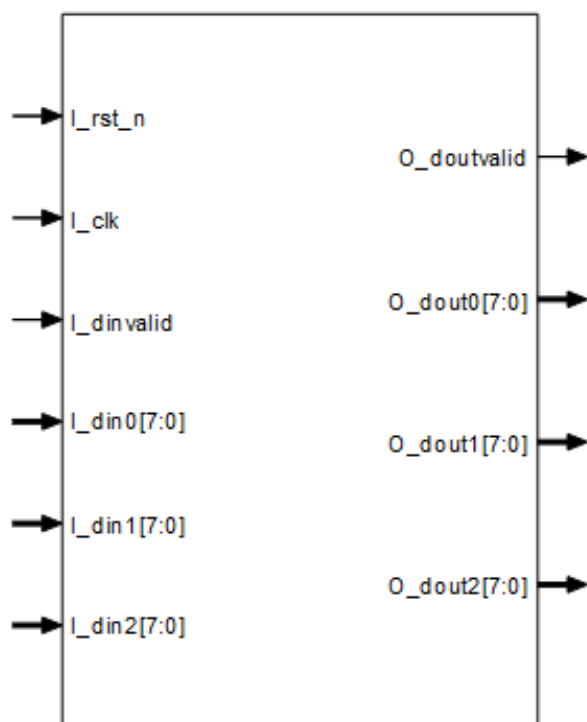
具体的には、

1. 入力パラメータに従って入力データを選択します。符号付きデータの演算が採用されているため、入力された符号なしデータを符号付きデータに変換する必要があります。
2. 乗算器で係数とデータの乗算を完了します。乗算器が **pipeline** 出力を使用する場合、データ出力の遅延に注意する必要があります。
3. 乗算の結果をそれぞれ加算します。
4. データのオーバーフローとアンダーフローを制限します。
5. 出力データのパラメータに基づいて符号付きまたは符号なしの出力を選択し、出力データの範囲に基づいて出力を制限します。

3.3 ポート一覧

Gowin CSC IP の IO ポートを図 3-2 に示します。

図 3-2 CSC IP のポート図



Gowin CSC IP の IO ポートの詳細を表 3-2 に示します。

表 3-2 Gowin CSC IP のポート一覧

番号	信号名	方向	説明	備考
1	I_rst_n	I	リセット信号、アクティブ Low	すべての信号の入出力方向は、CSC IP を基準としています。
2	I_clk	I	動作クロック	
3	I_din0	I	チャンネル 0 のデータ入力 RGB の場合 : I_din0 = R YCbCr の場合 : I_din0 = Y YUV の場合 : I_din0 = Y YIQ の場合 : I_din0 = Y	
4	I_din1	I	チャンネル 1 のデータ入力 RGB の場合 : I_din1 = G YCbCr の場合 : I_din1 = Cb YUV の場合 : I_din1 = U YIQ の場合 : I_din1 = I	
5	I_din2	I	チャンネル 2 のデータ入力 RGB の場合 : I_din2 = B YCbCr の場合 : I_din2 = Cr YUV の場合 : I_din2 = V YIQ の場合 : I_din2 = Q	
6	I_dininvalid	I	入力データ有効信号	
7	O_dout0	O	チャンネル 0 のデータ出力	

番号	信号名	方向	説明	備考
			RGB の場合 : O_dout0 = R YCbCr の場合 : O_dout0 = Y YUV の場合 : O_dout0 = Y YIQ の場合 : O_dout0 = Y	
8	O_dout1	O	チャンネル 1 のデータ出力 RGB の場合 : O_dout1 = G YCbCr の場合 : O_dout1 = Cb YUV の場合 : O_dout1 = U YIQ の場合 : O_dout1 = V	
9	O_dout2	O	チャンネル 2 のデータ出力 RGB の場合 : O_dout2 = B YCbCr の場合 : O_dout2 = Cr YUV の場合 : O_dout2 = U YIQ の場合 : O_dout2 = V	
10	O_doutvalid	O	出力データ有効信号	

3.4 パラメータの構成

表 3-3 Gowin CSC IP のパラメータ

番号	パラメータ名	範囲	デフォルト値	説明
1	Color_Model	SDTV Studio RGB to YCbCr, SDTV Computer RGB to YCbCr, SDTV YCbCr to Studio RGB, SDTV YCbCr to Computer RGB, HDTV Studio RGB to YCbCr, HDTV Computer RGB to YCbCr, HDTV YCbCr to Studio RGB, HDTV YCbCr to Computer RGB, Computer RGB to YUV, YUV to Computer RGB, Computer RGB to YIQ, YIQ to Computer RGB, Custom	SDTV Studio RGB to YCbCr	色空間変換モデル。 BT601 および BT709 標準に従って、事前定義されたいくつかのセットの係数と定数変換式を指定します。 Custom : 変換式の係数と定数をカスタマイズします。
2	Coefficient Width	11~18	11	係数の幅。1 ビットは符号、2 ビットは整数、残りは小数です
3	Din0 Data Type	Signed, Unsigned	Unsigned	チャンネル0の入力データのタイプ
4	Din1 Data Type	Signed, Unsigned	Unsigned	チャンネル1の入力データのタイプ
5	Din2 Data Type	Signed, Unsigned	Unsigned	チャンネル2の入力データのタイプ
6	Input Data Width	8/10/12	8	入力データの幅
7	Dout0 Data Type	Signed, Unsigned	Unsigned	チャンネル0の出力データのタイプ
8	Dout1 Data Type	Signed, Unsigned	Unsigned	チャンネル1の出力データのタイプ
9	Dout2 Data Type	Signed, Unsigned	Unsigned	チャンネル2の出力データのタイプ
10	Output Data Width	8/10/12	8	出力データの幅
11	A0	-3.0~3.0	0.299	チャンネル0の第1係数
12	B0	-3.0~3.0	0.587	チャンネル0の第2係数
13	C0	-3.0~3.0	0.114	チャンネル0の第3係数
14	A1	-3.0~3.0	-0.172	チャンネル1の第1係数
15	B1	-3.0~3.0	-0.339	チャンネル1の第2係数
16	C1	-3.0~3.0	0.511	チャンネル1の第3係数

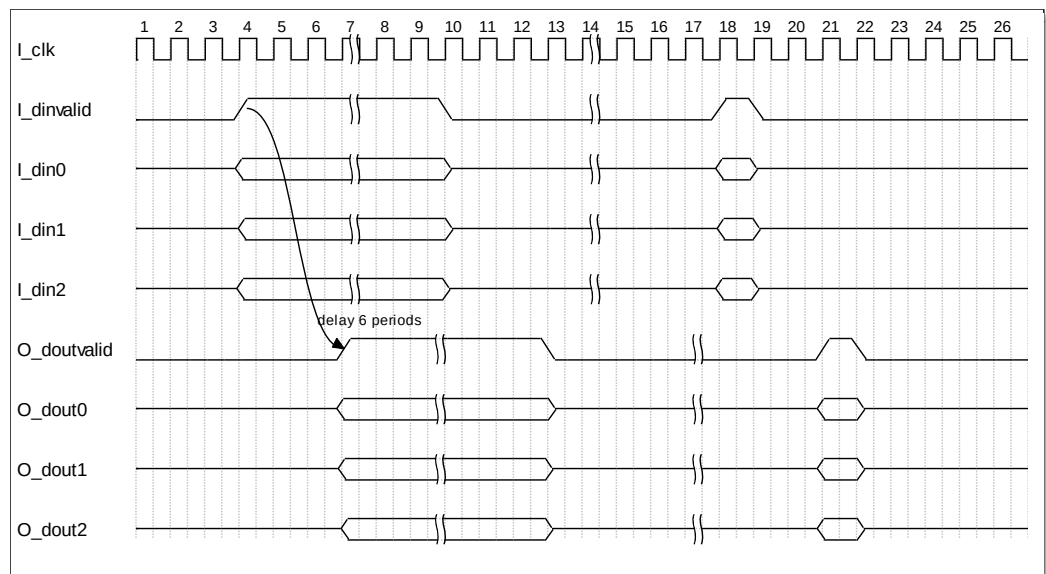
番号	パラメータ名	範囲	デフォルト値	説明
				数
17	A2	-3.0~3.0	0.511	チャンネル 2 の第 1 係数
18	B2	-3.0~3.0	-0.428	チャンネル 2 の第 2 係数
19	C2	-3.0~3.0	-0.083	チャンネル 2 の第 3 係数
20	S0	-255.0~255.0	0.0	チャンネル 0 の定数
21	S1	-255.0~255.0	128.0	チャンネル 1 の定数
22	S2	-255.0~255.0	128.0	チャンネル 2 の定数
23	Dout0 Max Value	-255~255	255	チャンネル 0 の出力データの最大値
24	Dout0 Min Value	-255~255	0	チャンネル 0 の出力データの最小値
25	Dout1 Max Value	-255~255	255	チャンネル 1 の出力データの最大値
26	Dout1 Min Value	-255~255	0	チャンネル 1 の出力データの最小値
27	Dout2 Max Value	-255~255	255	チャンネル 2 の出力データの最大値
28	Dout2 Min Value	-255~255	0	チャンネル 2 の出力データの最小値

3.5 タイミングの説明

このセクションでは、Gowin CSC IP のタイミングについて説明します。

CSC 演算後、データは 6 クロックサイクル遅延して出力されます。データ出力期間はデータ入力期間と同じです。

図 3-3 データ入出力インターフェースのタイミング図



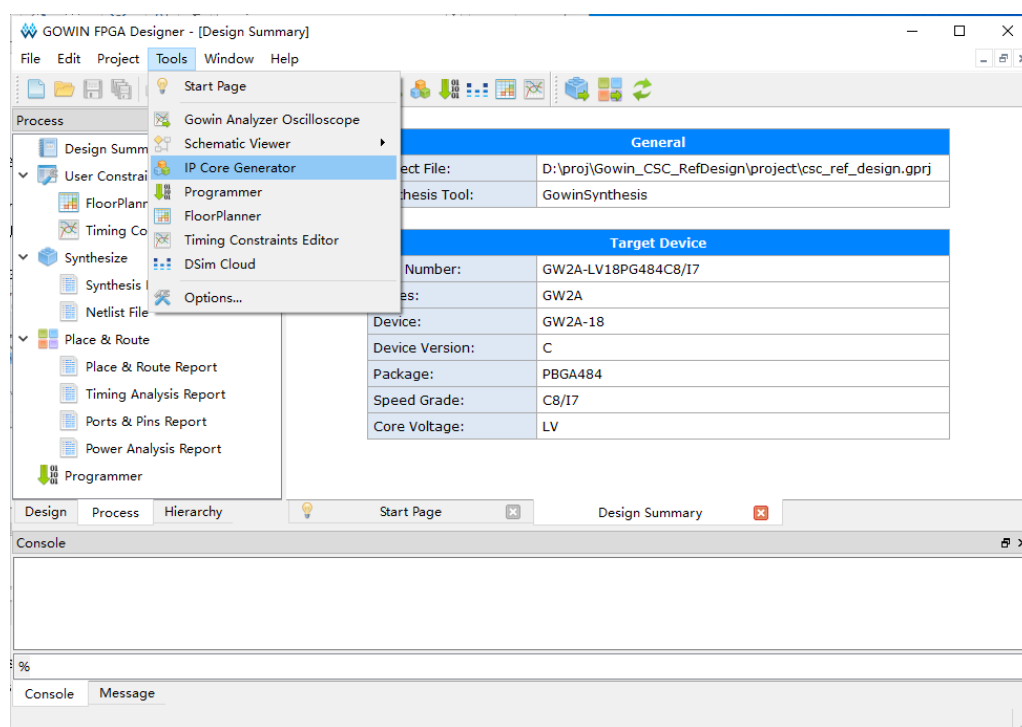
4GUIでの構成

Gowin ソフトウェアの IP Core Generator を使用して、Gowin CSC IP を呼び出し・構成できます。

1. IP Core Generator を開きます

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)。

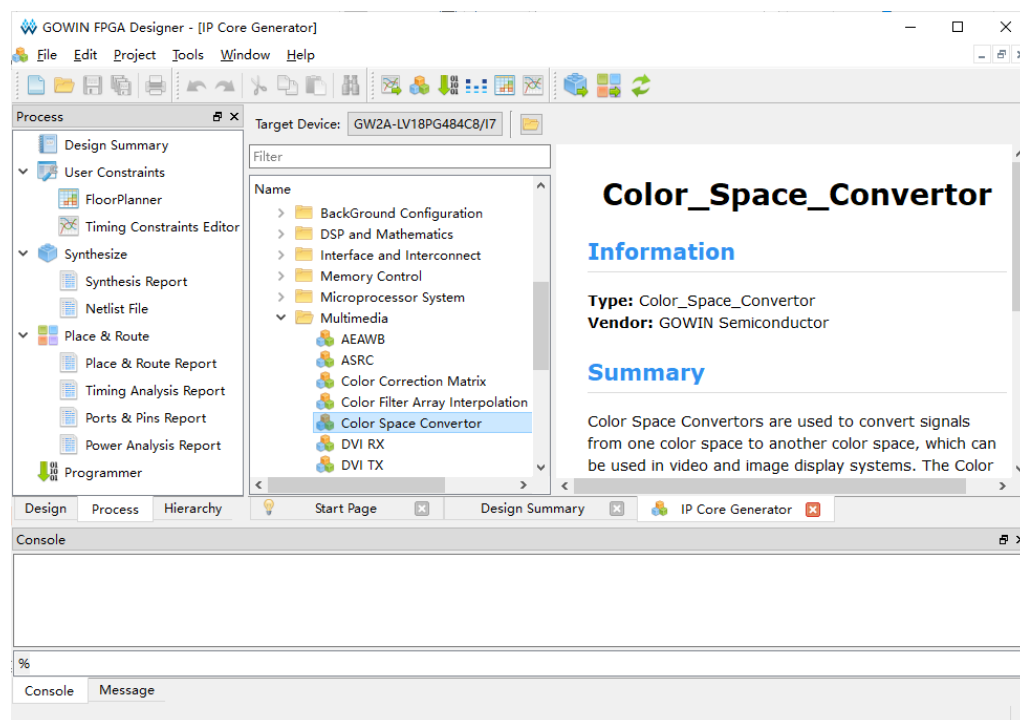
図 4-1 IP Core Generator を開く



2. CSC IP コアを開く

Multimedia > Color Space Convertor をダブルクリックして CSC IP コアの構成画面を開きます(図 4-2)。

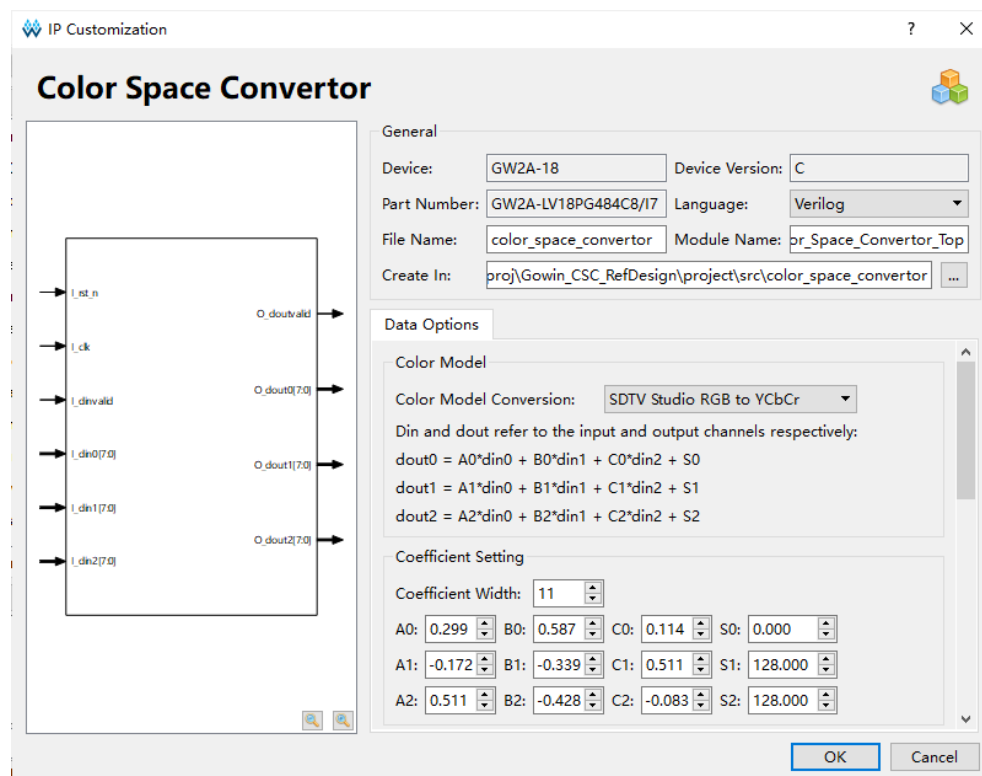
図 4-2 CSC IP コアを開く



3. CSC IP コアのインターフェース

構成画面の左側は IP コアのポート図です(図 4-3)。

図 4-3 IP コアの構成画面



4. 基本情報の構成

構成画面の上部は基本情報の構成エリアであり、本マニュアルでは、GW2A-18 デバイス PBGA484 パッケージを例に説明します。"Module Name"は、生成される IP モジュールのモジュール名です。デフォルトは"Color_Space_Convertor_Top"で、この名前は変更できます。"File Name"は、生成される IP ファイルのファイル名です。この名前は変更できます。"Create In"は IP コアのフォルダーのパスです。このパスは変更できます(図 4-4)。

図 4-4 基本情報の構成画面

General

Device: GW2A-18 Device Version: C

Part Number: GW2A-LV18PG484C8/I7 Language: Verilog

File Name: color_space_convertor Module Name: pr_Space_Convertor_Top

Create In: proj\Gowin_CSC_RefDesign\project\src\color_space_convertor ...

5. "Data Options"タブ

"Data Options"タブでは、CSC 演算に使用される式、データ型、データ幅などのパラメータを構成する必要があります(図 4-5)。

図 4-5 "Data Options"タブ

Data Options

Color Model

Color Model Conversion: SDTV Studio RGB to YCbCr

Din and dout refer to the input and output channels respectively:

$$\begin{aligned} \text{dout0} &= A0 \cdot \text{din0} + B0 \cdot \text{din1} + C0 \cdot \text{din2} + S0 \\ \text{dout1} &= A1 \cdot \text{din0} + B1 \cdot \text{din1} + C1 \cdot \text{din2} + S1 \\ \text{dout2} &= A2 \cdot \text{din0} + B2 \cdot \text{din1} + C2 \cdot \text{din2} + S2 \end{aligned}$$

Coefficient Setting

Coefficient Width: 11

A0: 0.299	B0: 0.587	C0: 0.114	S0: 0.000
A1: -0.172	B1: -0.339	C1: 0.511	S1: 128.000
A2: 0.511	B2: -0.428	C2: -0.083	S2: 128.000

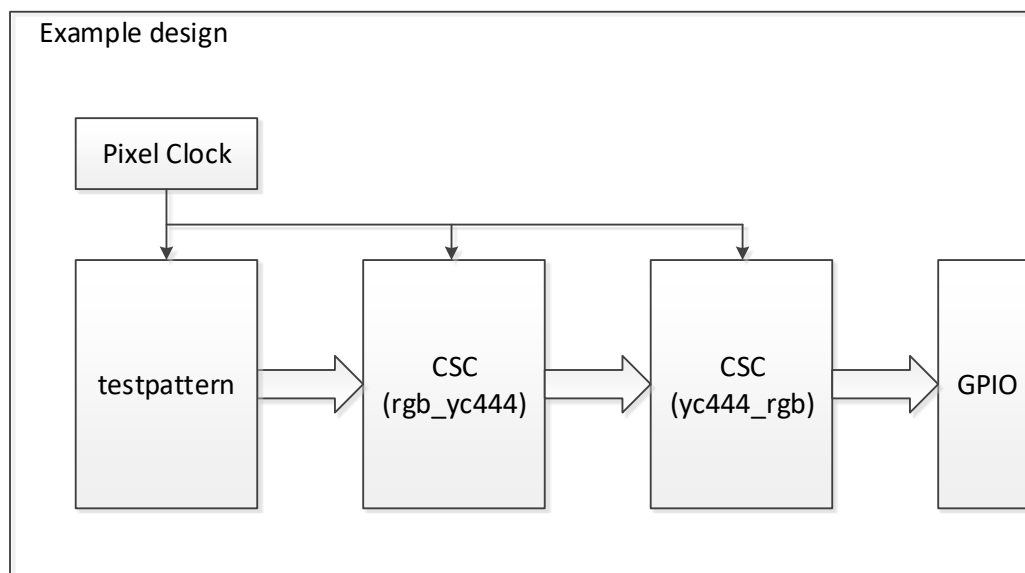
5 リファレンス・デザイン

このセクションでは、主に **CSC IP** のリファレンス・デザイン例の構成とその使用方法について説明します。詳細については、GOWIN のホームページの [CSC リファレンス・デザイン](#) を参照してください。

応用例

本リファレンス・デザインでは、DK-VIDEO-GW2A18-PG484 開発ボードを例として使用しています。このリファレンス・デザインの基本構造を図-1 に示します。DK-VIDEO-GW2A18-PG484 開発ボードの詳細については、<https://www.gowinsemi.com/en/support/devkits/37/> を参照してください。

図-1 リファレンス・デザインの構造



このリファレンス・デザインでは、**video_top** はトップモジュールであり、そのワークフローは次のとおりです。

1. テストパターンモジュールを使用して解像度 1280x720、データ形式 RGB888 のテストパターンを生成します。
2. CSC IP コアを呼び出して **rgb_yc** モジュールを生成し、

RGB888-YC444 変換を実装します。

3. CSC IP コアを呼び出して **yc_rgb** モジュールを生成し、YC444-RGB88 変換を実装します。
4. 2 回の変換後、**RGB** データが正しいかどうかを比較・確認します。

リファレンス・デザインがボードレベルのテストに使用される場合、ビデオ・エンコード・チップを通じて出力データを変換し、ディスプレイに出力することができます。

リファレンス・デザインで提供されるシミュレーションプロジェクトでは、**bmp** 画像はテストのスティミュラスとして使用され、**tb_top** はシミュレーションプロジェクトにおけるトップモジュールです。シミュレーション後に出力される画像と比較することができます。

6 提供されるファイル

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

フォルダには主にユーザーガイドの PDF ファイルが含まれています。

表 6-1 ファイル一覧

名称	説明
Gowin CSC IP ユーザーガイド(IPUG902)	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 デザインのソースコード一覧

名称	説明
color_space_convertor.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_CSC_RefDesign フォルダには、主に Gowin CSC 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_CSC_RefDesign フォルダのコンテンツ一覧

名称	説明
video_top.v	リファレンス・デザインのトップレベル module
testpattern.v	テストパターン生成モジュール
csc_ref_design.cst	物理制約ファイル
csc_ref_design.sdc	タイミング制約ファイル
color_space_convertor	CSC IP のプロジェクトフォルダ
-rgb_yc_top.v	生成される 1 つ目の CSC IP トップレベルファ

名称	説明
	イル(暗号化)
-rgb_yc_top.vo	生成される 1 つ目の CSC IP ネットリストファイル
-yc_rgb_top.v	生成される 2 つ目の CSC IP トップレベルファイル(暗号化)
-yc_rgb_top.vo	生成される 2 つ目の CSC IP ネットリストファイル
gowin_rpll	PLL IP のプロジェクトフォルダ
key_debounceN.v	デバウンスモジュール
i2c_master	I2C Master IP のプロジェクトフォルダ
adv7513_iic_init.v	ADV7513 の初期化モジュール

