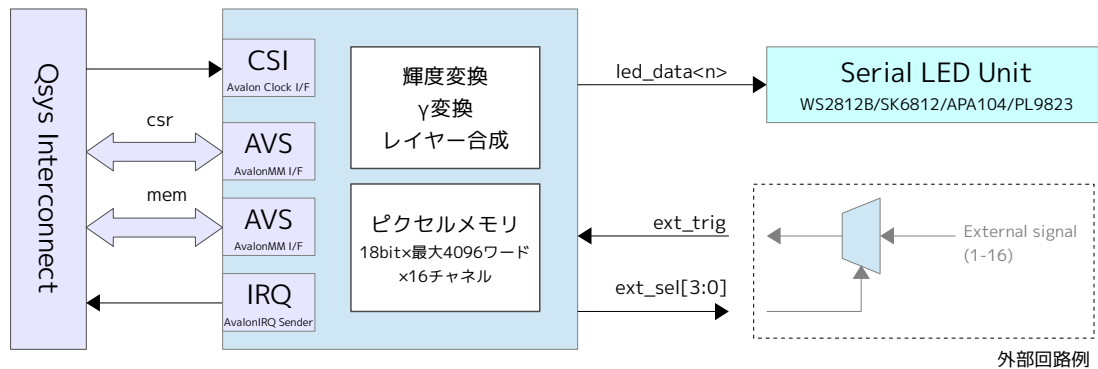


PERIDOT LEDコントローラ仕様書

●全体ブロック図



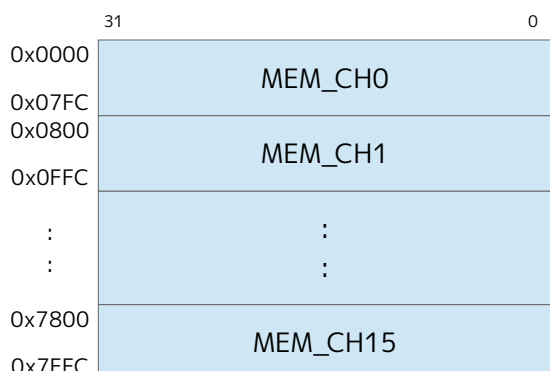
シリアルLEDコア

- ・最大65536個（4096個×16チャンネル）のLEDを制御可能
- ・WS2812B/SK6812/APA104/PL9823等のシリアルライズ設定（生成時に設定）
- ・リソースに合わせてLED数、チャンネル数、合成・エフェクトを変更可能（生成時に設定）
- ・γ変換、輝度変換、合成エフェクト機能
- ・レイヤー合成、スクロール機能
- ・1000fps以上の最大フレームレート
- ・POV向けの外部トリガスキャン機能
- ・電飾衣装向けのレイヤー合成およびエフェクト機能
- ・1240LE+5DSP+12M9k（256個×12チャンネル、レイヤー合成、エフェクトありの場合）

●レジスタマップ(CSR)

| | 31 | | | | | 16 15 14 | | | | | 11 | | | | | 4 3 2 1 0 | | | | |
|-----|---------|--|------|------|------|----------|------|-----|------|---------|------|--|------|--|--|-----------|------|-----|-----|--|
| +0 | n/a | | | | | | | | | | | | | | | MODE | DONE | STA | RDY | |
| +4 | n/a | | IRQ | ENA | EGDE | SEL | RST | n/a | | SCANNUM | | | | | | | | | | |
| +8 | BRSPEED | | | | | | | n/a | | BRPOS | | | | | | | | | | |
| +12 | n/a | | BR_R | | | | BR_G | | | | BR_B | | | | | | | | | |
| +16 | OVSPEED | | | | | | | n/a | | OVPOS | | | | | | | | | | |
| +20 | n/a | | BL | MODE | | OV_R | | | OV_G | | | | OV_B | | | | | | | |
| +24 | FLSEED | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +28 | n/a | | FL | MODE | | FL_R | | | FL_G | | | | FL_B | | | | | | | |

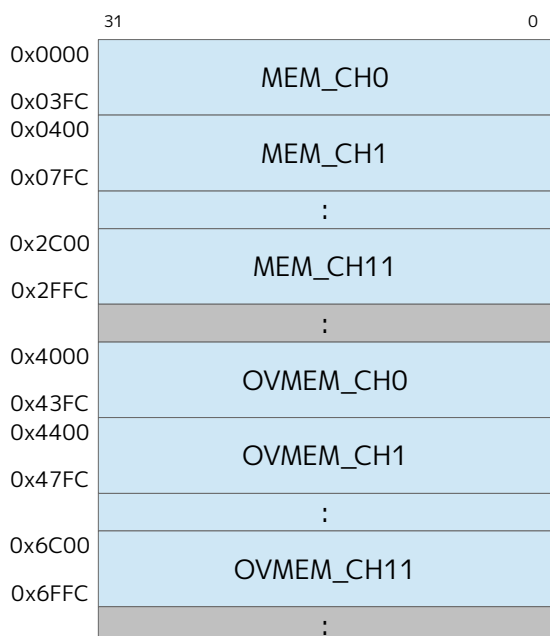
●メモリマップ(MEM)



ピクセルデータは先頭からピクセル0,ピクセル1,ピクセル2……ピクセル最大数-1の順で格納される。
ピクセルデータメモリはLEDスキャンの動作とは無関係にアクセスすることができる。

・レイヤー合成なしの場合

1チャンネルあたり2048バイト(32bit×512ワード)～16384バイト(32bit×4096ワード)のピクセルデータメモリを持つ。
生成時に指定したチャンネル分のピクセルデータメモリが有効になる。
チャンネル数16、ピクセル数512で生成した場合、ピクセルデータメモリは左図のように配置される。



・レイヤー合成ありの場合

1チャンネルあたり1024バイト(32bit×256ワード)～8192バイト(32bit×2048ワード)のピクセルデータメモリを2面持つ。
生成時に指定したチャンネル分のピクセルデータメモリが有効になる。

有効アドレス空間の前半分にベースレイヤーのピクセルデータメモリが配置され、後ろ半分にオーバーレイレイヤーのピクセルデータメモリが配置される。

有効アドレス空間は、ピクセル数×チャンネル数×8 を満たす最小の 2^n バイト分が生成時に決定される。そのため、チャンネルの先頭やオーバーレイレイヤーの先頭アドレスは生成条件により変化する。

チャンネル数12、ピクセル数256で生成した場合、ピクセルデータメモリは左図のように配置される。

・ピクセルデータフォーマット

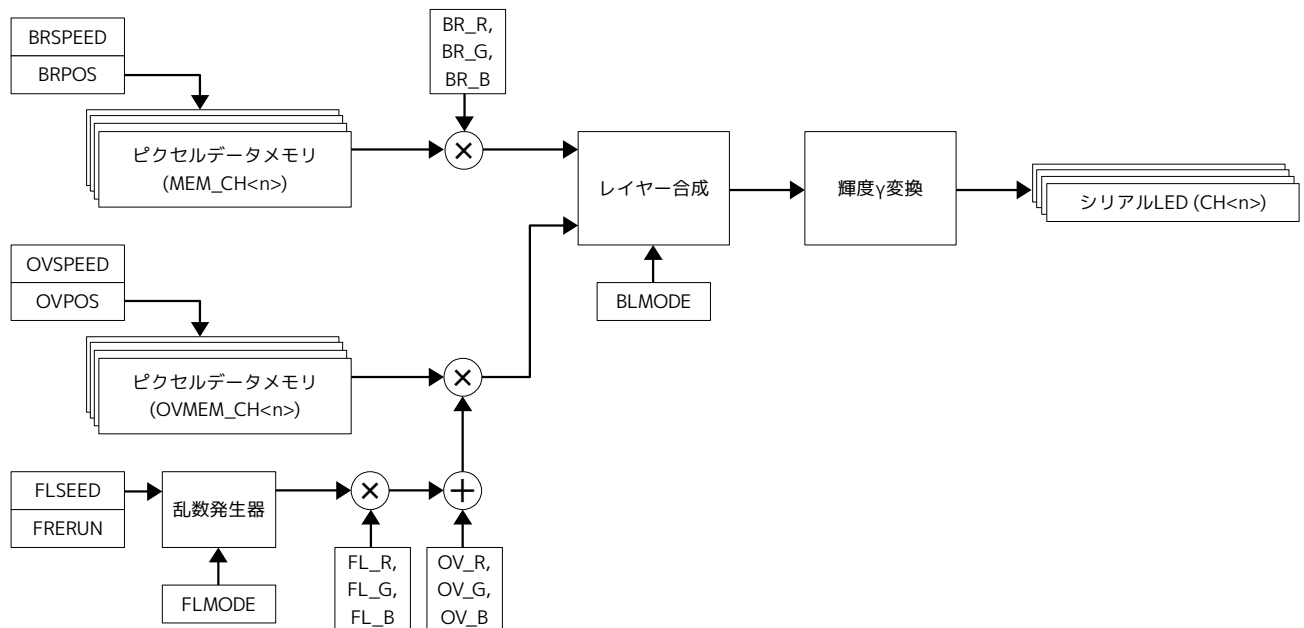


ピクセルデータメモリは1ワードあたり32bitのエリアを持ち、R,G,B各6bitが上記のフォーマットでマッピングされている。無効部分の読み出しは全て0、書き込みは全て無視される。

ピクセルデータはMEM_CH<n>、OVMEM_CH<n>の領域にそれぞれピクセル0→最大値の順で配置される。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

●ピクセルデータ処理フロー



ピクセルデータ処理の全体フローを上図に示す。

生成時にレイヤー合成機能なしとした場合、フロー図の下半分およびレイヤー合成部は存在しない。また、エフェクト機能なしとした場合は、最下部の乱数発生器部分は存在しない。

ピクセルデータメモリの内容以外の演算パラメータはペリフェラル内で共用で、全てのチャンネルに対して同じように適用される。

ピクセルデータメモリおよび演算パラメータレジスタへのアクセスはLEDスキャン動作にかかわらず任意のタイミングで行う事ができる。FLSEEDを除きパラメータ変更は即座に適用されるため、LEDスキャン中に書き込みを行った場合、途中でデータが切り替わる。

スクロール機能を使った表示やPOVでは、この書き換えが表示ノイズとして見えることがあるため、割り込み機能やDONEレジスタポーリングを利用した同期書き換えを行う。

ピクセルデータメモリに納められたピクセル値はLEDスキャンが開始されると、BRPOS,OVPOSが示す位置から順に読み出しされ、R,G,Bの各値ごとに演算されシリアルLEDへ出力される。

ピクセルデータメモリはチャンネル毎に独立しており、それぞれ生成時に設定されたピクセル数で周回する。生成時設定が512であればチャンネル0・ピクセル511の次は、チャンネル0・ピクセル0のデータが取り出される。

ピクセルデータメモリ長に対してLED表示個数が半分以下の場合は、スクロール速度を0に設定しBRPOS,OVPOSで開始位置を設定することで、表示メモリ/描画メモリを切り替える疑似ダブルバッファメモリとして使用できる。

エフェクト機能は、読み出されるピクセルごとにオーバーレイレイヤーの輝度へ揺らぎを与える。揺らぎのパターンはFLSEEDをシード値とした乱数で生成される。シード値を固定することで同じパターンを生成することができる。

エフェクトパターンは同一ペリフェラルの全てのチャンネルに対して同じ値が適用される。例えば、CH0のn個目のLEDにかけられるエフェクトはCH1やCH2のn個目のLEDにも同様にかけられる。

フロー中で行われる乗算、加算は原則として8bit符号無し整数の範囲で行われ、0以下になった場合は0へ、255以上になった場合は255への飽和演算が行われる。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

・ステータスレジスタ



MODE - 動作モード設定レジスタ

動作モードを設定する。RDYが'1'の時のみ書き込み可能。

- 00 : コンティニュアス ※初期値
- 01 : ワンショット
- 10 : 外部トリガ
- 11 : 設定禁止

コンティニュアスモードはSTAが'1'の間、自動的にLEDヘータを送出し続ける。
ワンショットモードではSTAに'1'がセットされた時に1回だけLEDヘータを送出する。
外部トリガモードはSTAが'1'の間にext_trig信号の状態が変化したとき、LEDヘータを送出する。

DONE - スキャン終了レジスタ

スキャン動作が終了するたびに'1'がセットされる。'0'書き込みでクリアされる。
ステータスレジスタのIRQENAが'1'の場合、DONEレジスタは割り込み要素として動作する。

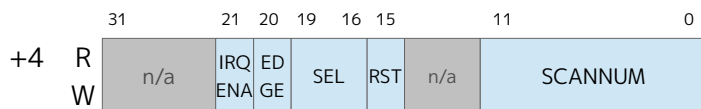
STA - スタートレジスタ

RDYが'1'の時にこのレジスタへ'1'を書き込むとピクセルスキャンを開始する。
MODEがコンティニュアス、外部トリガの場合は'0'を書き込むまで状態が継続する。
MODEがワンショットの場合はスキャン終了後に自動的に'0'にクリアされ、書き込みは無視される。

RDY - パリフェラルレディレジスタ

このレジスタが'0'の時はアクセス実行中またはパリフェラルリセット状態で、STAレジスタおよびMODEレジスタの書き込みが一部ブロックされる。

・コントロールレジスタ



IRQENA - 割り込みイネーブルレジスタ

スキャン終了時の割り込み要求を許可するレジスタ。割り込み要素はステータスレジスタのDONEビットで行われる。

'0': 割り込みマスク ※初期値
'1': 割り込み有効

EDGE - 外部トリガエッジ設定レジスタ

外部トリガモード時にext_trig信号の検出エッジを設定する。

'0': Riseエッジ(↑)でトリガ
'1': Fallエッジ(↓)でトリガ

SEL - 外部トリガ選択レジスタ

ext_sel信号に出力する値を設定する。

0 : 0000
1 : 0001
:
15 : 1111

外部トリガ選択レジスタは、ext_trigへ接続する複数の信号がある場合に外部回路へ選択信号を出力するために使用する。

RST - ペリフェラルリセットレジスタ

LEDペリフェラルのリセットを行うレジスタ。リセット状態では一部のレジスタへのアクセスがブロックされる。

'0': リセット解除
'1': ペリフェラルリセット ※初期値

SCANNUM - スキャンピクセル数設定レジスタ

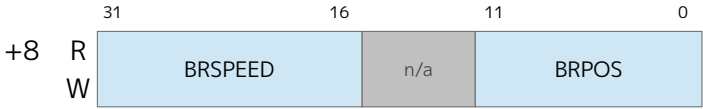
送出するピクセル数の値を設定する。設定できる最大値は生成時に設定されたピクセル数で決まる。

0 : 1個
1 : 2個
:
4095 : 4096個

コンティニューアスモード時は送出ピクセル数を減らすとフレームレートが上がり、増やすと下がる。
WS2812Bタイミングの場合、最大の4096個設定で約10fps、512個設定では約73fps、24個設定では約1100fpsとなる。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

・ベーススクロールレジスタ



BRSPEED - スクロール速度レジスタ

ベースレイヤー(BASEレイヤー)のスクロール速度を符号付き16bitの値で設定する。下位10bitは小数部となる。

BRSPEEDレジスタの値がスキャン終了時にBRPOSレジスタに加算され、開始座標が移動する。

スクロール機能を使わない場合は0をセットする。

また、ベーススクロールレジスタへの書き込みを行うと、小数部は0にリセットされる。

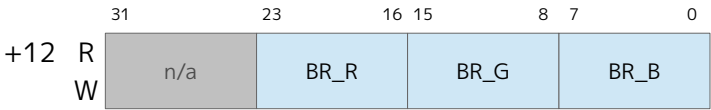
BRPOS - 開始位置レジスタ

LEDへ送出するピクセルデータの開始位置を設定する。

ピクセルデータメモリはチャンネル毎に独立しており、それぞれ生成時に設定されたピクセル数で周回する。生成時設定が512であればチャンネル0・ピクセル511の次は、チャンネル0・ピクセル0のデータが取り出される。

ここで設定したスクロール速度、開始位置の値は同一パリティフェーラルの全てのチャンネルに同時に適用される。

・ベース輝度ゲイン設定レジスタ



BR_R, BR_G, BR_B - 輝度ゲイン設定レジスタ

BASEレイヤーのR,G,B各色のゲインを0～255で設定する。

0 : ゲイン0(消灯)

1 : ゲイン1

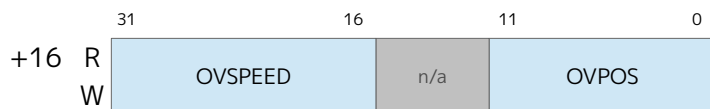
:

255 : ゲイン255(最大輝度)

ここで設定した値は同一パリティフェーラルのすべてのチャンネルに同時に適用される。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

・オーバーレイスクロールレジスタ



OVSPEED - スクロール速度レジスタ

オーバーレイレイヤー(OVレイヤー)のスクロール速度を符号付き16bitの値で設定する。下位10bitは小数部となる。

OVSPEEDレジスタの値がスキャン終了時にOVPOSレジスタに加算され、開始座標が移動する。

スクロール機能を使わない場合は0をセットする。

また、オーバーレイスクロールレジスタへの書き込みを行うと、小数部は0にリセットされる。

OVPOS - 開始位置レジスタ

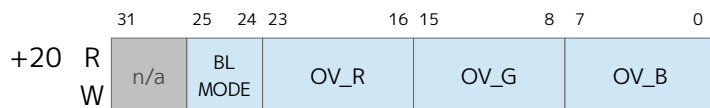
LEDへ送出するピクセルデータの開始位置を設定する。

生成時にレイヤー合成機能を有効にした場合、ピクセルデータメモリはチャンネル毎に独立してBASEレイヤーとOVレイヤーの2面が割り当てられ、それぞれ生成時に設定されたピクセル数で周回する。生成時設定が512であればチャンネル0・ピクセル511の次は、チャンネル0・ピクセル0のデータが取り出される。

ここで設定したスクロール速度、開始位置の値は同一ペリフェラルの全てのチャンネルに同時に適用される。

生成時にレイヤー合成機能を有効にしていない場合、このレジスタへの書き込みは無視され、読み出した値は不定となる。

・オーバーレイ輝度ゲイン設定レジスタ



BLMODE - 合成モード設定レジスタ

OVレイヤーの合成モードを設定する。

- 00 : 加算合成
- 01 : 減算合成
- 10 : キー合成
- 11 : 比較(明)合成

レイヤー合成ではBASEレイヤーの上にOVレイヤーが重ね合わされてLEDへ送られる。

加算合成はBASEレイヤーとOVレイヤーの輝度演算後のピクセルデータをRGB加算して合成する。

減算合成はBASEレイヤーからOVレイヤーの輝度演算後のピクセルデータをRGB減算して合成する。

キー合成はOVレイヤーの元ピクセルデータが0(R:G:B=0:0:0)のピクセルを透明色とし、それ以外を不透明色として合成する。

比較(明)合成は、BASEレイヤーとOVレイヤーの輝度演算後のピクセルデータのうち、RGBそれぞれ大きい方を取り出して合成する。

OV_R, OV_G, OV_B - 輝度ゲイン設定レジスタ

OVレイヤのR,G,B各色のゲインを0~255で設定する。

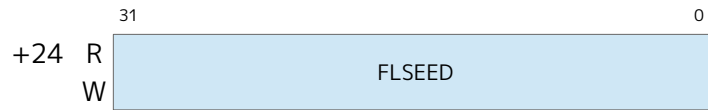
- 0 : ゲイン0(消灯)
- 1 : ゲイン1
- :
- 255 : ゲイン255(最大輝度)

ここで設定した値は同一ペリフェラルのすべてのチャンネルに同時に適用される。

生成時にレイヤー合成機能を有効にしていない場合、このレジスタへの書き込みは無視され、読み出した値は不定となる。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

・エフェクトシードレジスタ

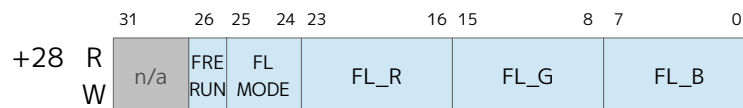


FLSEED - シードレジスタ

OVレイヤーにかけるエフェクトの元になる乱数のシード値を設定する。0以外の値を設定すること。
動作モードがノーマルモード(FRERUN=0)の場合、LEDスキャンの度にこの値が乱数発生器にロードされる。そのため、値を書き換えない場合は常に同一のエフェクトパターンを生成する。
動作モードがフリーラン(FRERUN=1)の場合、乱数発生器の内部状態をそのまま引き継いで動作するため、LEDスキャンの度に異なるエフェクトパターンを生成する。

エフェクトパターンは同一パリティフェラルの全てのチャンネルに対して同じ値が適用される。例えば、CH0のn個目のLEDにかけられるエフェクトはCH1やCH2のn個目のLEDにも同様にかけられる。
生成時にレイヤー合成機能とエフェクト機能を有効にしていない場合、このレジスタへの書き込みは無視され、読み出した値は不定となる。

・エフェクト輝度ゲイン設定レジスタ



FRERUN - 乱数モード設定レジスタ

乱数発生器の動作モードを設定する。

- 0 : ノーマルモード
- 1 : フリーランモード

ノーマルモードではLEDスキャン毎にFLSEEDの値を乱数発生器のシード値として設定する。
フリーランモードでは乱数発生器のシード値を再設定しない。

FLMODE - エフェクトモード設定レジスタ

OVレイヤーの輝度ゲインを変化させるモードを設定する。

- 00 : rand
- 01 : rand^2
- 10 : 1/fゆらぎ
- 11 : 疑似スペキュラー

randは一様乱数（ホワイトノイズ）で変化を与える。rand^2は自乗で変化を与える。1/fゆらぎは、擬似的な1/fスペクトルで炎や水面のような変化を与える。疑似スペキュラーはスパンコールの反射のような強い異方性反射で変化を与える。

FL_R, FL_G, FL_B - 輝度ゲイン設定レジスタ

エフェクトのR,G,B各色のゲインを0～255で設定する。

- 0 : ゲイン0(エフェクトによる変化なし)
- 1 : ゲイン1
- :
- 255 : ゲイン255(エフェクト最大)

ここで設定した値は同一パリティフェラルのすべてのチャンネルに同時に適用される。
生成時にレイヤー合成機能とエフェクト機能を有効にしていない場合、このレジスタへの書き込みは無視され、読み出した値は不定となる。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

●使用方法

・ペリフェラル初期化

- (1) RSTレジスタをセット
- (2) RDYが'0'になるのを待つ
- (3) RSTレジスタをクリア、IRQENA=0、EDGE=0、SEL=0、SCANNUM=4095にセット
- (4) RDYが'1'になるのを待つ
- (5) BRSPEED,BRPOS,BR_R,BR_G,BR_Bを全て0にクリア
- (6) レイヤー合成機能がある場合、OVSPEED,OVPOS,OV_R,OV_G,OV_Bを全て0にクリア
- (7) エフェクト機能がある場合、FRERUN,FL_R,FL_G,FL_Bを全て0にクリアし、FLSEEDに0以外の値をセット
- (8) MODEをワンショット、STA=1でスタート
- (9) RDYが'1'になるのを待つ
- (10) ピクセルメモリを0で初期化

・コンティニュアスモード

- (1) SCANNUMに値をセット
- (2) BR_R,BR_G,BR_Bに値をセット
- (3) レイヤー合成機能を使う場合、BLMODE,OV_R,OV_G,OV_Bに値をセット
- (4) エフェクト機能を使う場合、FLSEED,FLMODE,FL_R,FL_G,FL_Bに値をセット
- (5) MODEをコンティニュアス、STA=1でスタート
- (6) ピクセルメモリ、スクロールレジスタ、輝度レジスタなどを任意に操作

・ワンショットモード

- (1) ～(4) まではコンティニュアスモードと同様
- (5) ピクセルメモリ、スクロールレジスタ、輝度レジスタなどを任意に操作
- (6) MODEをワンショット、STA=1でスタート
- (7) RDYが'1'になったら(5)以降を繰り返す

・外部トリガモード

- (1) ～(4) まではコンティニュアスモードと同様
- (5) EDGEレジスタを使用するエッジ方向にセット
- (6) 外部選択回路を使用する場合はSELレジスタをセット
- (7) MODEを外部トリガ、STA=1でスタート。以降ext_trig信号の変化でスキャンが行われる。
- (8) ピクセルメモリ、スクロールレジスタ、輝度レジスタなどを任意に操作。スキャンの完了はDONEレジスタで確認する。

PERIDOT LEDコントローラ仕様書

●変更履歴

2019/08/05

Rev.4リリース / s.osafune

BLMODEの機能割り当て順を変更

2019/07/22

Rev.3リリース / s.osafune

レイヤー合成機能、エフェクト機能を追加

コントロールレジスタの配置の変更

ピクセルデータメモリの配置の変更

2019/01/14

Rev.2リリース / s.osafune

ext_selポートを追加、コントロールレジスタにSELレジスタを追加

2018/11/26

Rev.1リリース / s.osafune