

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СФ-БЛОКА ВИДЕОКОНТРОЛЛЕРА ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Янкевич Е.А, Груздев А.Е, Залетов В.Ю, Севрюков В.В, Словик А.Ю.

ЗАО НТЦ «Модуль»

Видеоконтроллер высокого разрешения (ВКВР или видеоконтроллер) предназначен для считывания видеоданных из видеостраниц в системной памяти, преобразования изображения и передачи его на устройства, осуществляющие кодирование видеосигнала в формат, воспринимаемый оконечными.

Видеоконтроллер рассчитан на применение в составе СнК с системной шиной AXI высокой степени интеграции и может использоваться в цифровых фотоаппаратах, видеокамерах, DVD-плеерах, телевизионных приставках и цифровых телевизорах.

Контроллер предназначен для формирования видеосигнала во всем спектре телевизионных разрешений, вплоть до разрешений высокой четкости, поддерживает аппаратное наложение слоя графики и меню на основное видеоизображение с программируемым коэффициентом прозрачности, позволяет масштабировать видеоизображение с произвольными коэффициентами по вертикали и горизонтали, поддерживает функцию PIP (picture-in-a-picture), поддерживает передачу стереоскопического видеоизображения в формате 3D согласно спецификации HDMI 1.4a. Контроллер отличается небольшой площадью, занимаемой на кристалле. Контроллер имеет стандартные внешние интерфейсы, позволяющие разработчикам СнК интегрировать его в свои проекты с минимальными затратами.

Данная разработка позволяет решить проблему замещения дорогих в лицензировании импортных СФ-блоков в области промежуточной обработки и вывода видеоизображения высокого разрешения. Благодаря снижению стоимости лицензирования отечественного видеоконтроллера высокого разрешения по сравнению с зарубежными аналогами обеспечивается значительный экономический эффект.

Видеоконтроллер предназначен для использования в системах на кристалле, построенных на основе интерфейса AMBA 3 AXI. Предполагается наличие в составе системы управляющего процессора, и внешней по отношению к видеоконтроллеру оперативной памяти для хранения отображаемых страниц (видеобуфера). Кроме того, для функционирования контроллера требуется наличие интерфейса AMBA 3 APB, предназначенного для конфигурирования видеоконтроллера, а также внешний программируемый генератор частоты. К выходам видеоконтроллера подключаются формирователи телевизионного сигнала высокой и стандартной четкости.

На вход видеоконтроллера поступают видеоданные в форматах представления YCbCr 4:2:2 и/или YCbCr 4:2:0, которые преобразуются видеоконтроллером в цифровые выходные сигналы в соответствии со стандартами ITU-R BT.656 или EIA/CEA-861-B с соотношением сторон 4:3 или 16:9. Видеоконтроллером поддерживается режим телевидения высокой четкости (HD) при соответствии выходных данных стандарту EIA/CEA-861-B. Сигналы пиксельной и системной синхронизации поступают в видеоконтроллер от внешних программируемых генераторов синхросигналов. Схема типового применения видеоконтроллера изображена на рисунке 1.

Итоговое видимое изображение формируется путем смешения видеоконтроллером нескольких видеослоев, поступающих на вход видеоконтроллера. В таблице 1 представлены характеристики входных слоев видеоконтроллера.

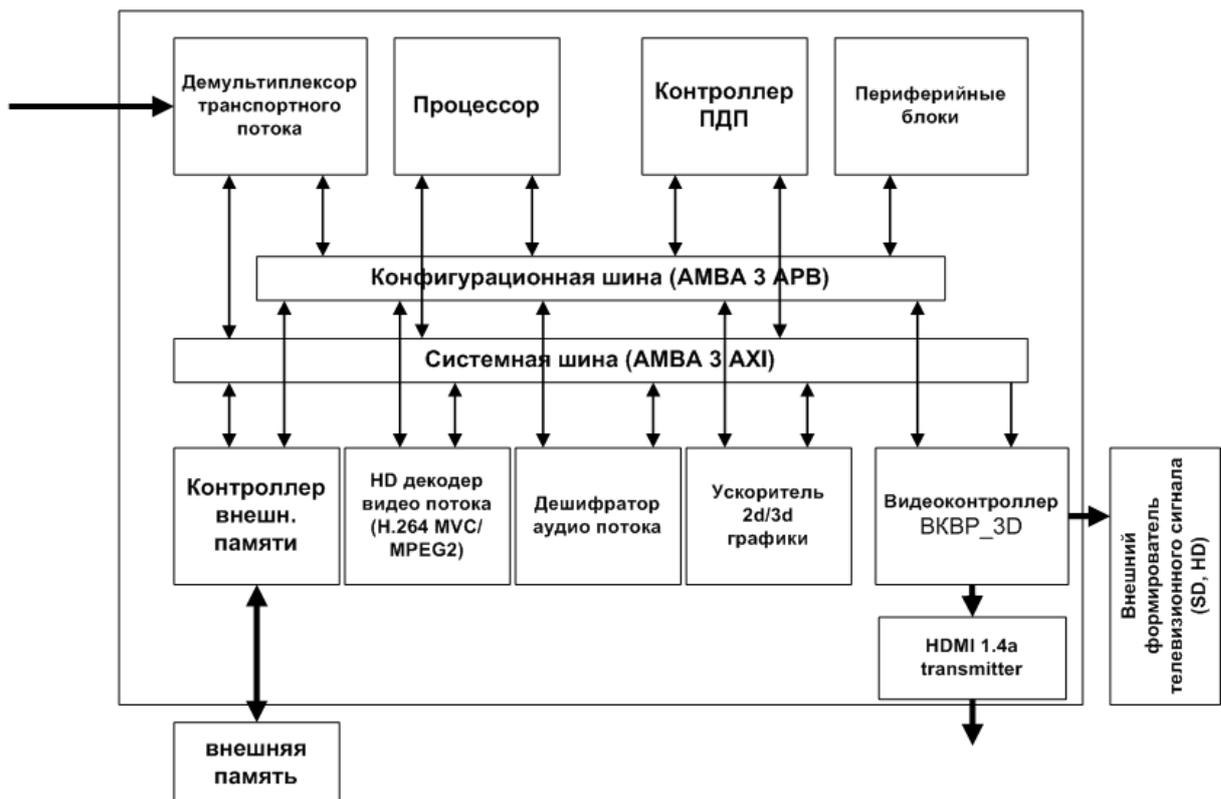


Рисунок 1. Схема типового применения

Входной видеослой	Тип представления видеоданных	Максимальное разрешение кадра
Основной	YCbCr 4:2:0 или 4:2:2, 8 бит на компоненту	1920x1080 точек
Графический	(A)RGB 32, 16, 8 разрядные форматы представления цвета	1920x1080 точек

Таблица 1 Характеристики входных слоев видеоконтроллера

Итоговое видимое изображение выдается из видеоконтроллера посредством его выходных цифровых интерфейсов. Видеоконтроллер имеет выходные интерфейсы стандартной и высокой четкости. При этом активен только один из этих интерфейсов.

На рисунке 2 приведена общая структурная схема видеоконтроллера. Ниже дано краткое описание основных функциональных блоков видеоконтроллера.

APB_Slave – блок системного интерфейса управления обеспечивает прием и выдачу конфигурационной информации видеоконтроллера по запросу внешнего ведущего устройства. Реализуется контроллером ведомого на шине AMBA APB, в соответствии со спецификацией AMBA™ 3 APB Protocol v1.0. Асинхронен с каналами данных AXI.

Control – устройство управления видеоконтроллером – управляет режимами работы видеоконтроллера, преобразует внутренние управляющие сигналы и вырабатывает сигналы прерываний.

Register Set – набор внутренних регистров видеоконтроллера, обеспечивает хранение управляющей информации и внутреннего состояния видеоконтроллера.

DMA_MVL_RD X – контроллер прямого доступа в память для чтения видеоданных – обеспечивает генерацию запросов в память для загрузки видеоданных в канал обработки видеоданных. Имеет интерфейс AMBA® AXI Protocol v1.0. Содержит интерфейсные входные буфера, обеспечивающие нивелирование возможной задержки

поступления видеоданных по шине, осуществляющие преобразование данных из форматов интерфейсной шины в форматы, используемые при обработке в канале видеослоя.

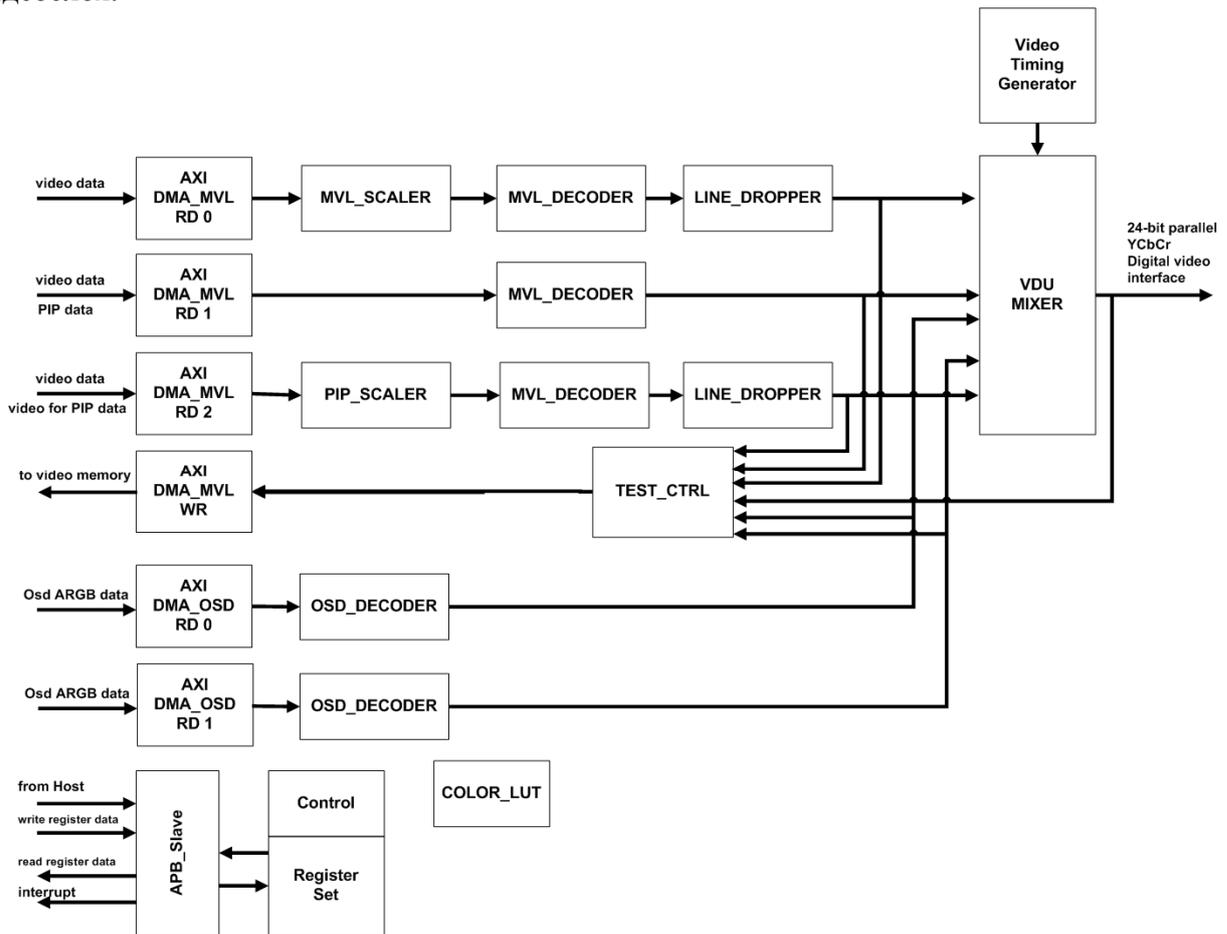


Рисунок 2. Структурная схема видеоконтроллера высокого разрешения

DMA_MVL_WR X – контроллер прямого доступа в память для обратной записи видеоданных – обеспечивает генерацию запросов в память для загрузки видеоданных из канала PIP в системную память. Имеет интерфейс AMBA® AXI Protocol v1.0. Содержит интерфейсные выходные буфера.

MVL_DECODER – преобразователь форматов представления цвета в канале основного видеослоя – видеоконтроллер поддерживает режимы телевидения стандартной и высокой четкости, при этом, обеспечивая перевод видеоизображения между ними, данные форматы цифрового телевидения имеют разные колориметрические характеристики. Данный блок выполняет преобразование формата YCbCr601 в YCbCr709 и наоборот с возможностью осуществления гамма коррекции.

MVL_SCALER (PIP_SCALER) – устройство масштабирования видеоизображения - осуществляет, как увеличение разрешения исходного изображения (upscaling), так и уменьшение (downscaling). Увеличение разрешения проводится по методу линейной интерполяции, уменьшение - выполняется методом усреднения по нескольким ближайшим точкам. Видеоконтроллер позволяет выполнять масштабирование изображения с произвольными значениями коэффициентов. Для устранения возможных искажений изображения при его масштабировании в системе может быть использован встроенный сглаживающий фильтр. Осуществляет преобразование форматов представления входной видеоинформации из форматов YCbCr 4:2:0 и YCbCr

4:2:2 во внутреннее представление YCbCr 4:4:4. Осуществляет симметричную обрезку изображения по вертикали и горизонтали.

LINE_DROPPER – устройство отбрасывания строк, преобразует прогрессивное видеоизображение, поступающее с устройства масштабирования в чересстрочное.

DMA_OSD_RD X – контроллер прямого доступа в память для чтения графических данных для OSD – обеспечивает генерацию запросов в память для загрузки графических данных в канал OSD слоя. Имеет интерфейс AMBA® AXI Protocol v1.0.

OSD_DECODER - преобразователь форматов представления цвета в канале графического слоя с возможностью осуществления гамма коррекции. Внутренним форматом представления цвета в видеоконтроллере является формат YCbCr 4:4:4, поэтому входные данные графического слоя, представленные в форматах (A)RGB необходимо преобразовать в YCbCr601 4:4:4 (при работе в режиме телевидения стандартной четкости), или YCbCr709 4:4:4 (в режиме телевидения высокой четкости). При этом значение прозрачности выносится в отдельный канал и подается на блок наложения и позиционирования видеослоев.

MIXER – блок наложения и позиционирования видеослоев. Данный блок реализует совмещение слоев видеоизображения: основного и вспомогательного видеослоев, PIP, графических слоев и фонового слоя (задаваемого в регистрах видеоконтроллера). Осуществляет встраивание результирующего изображения во временную развертку, генерируемую генератором временных разверток.

Video Timing Generator – генератор временных разверток обеспечивает генерацию сигналов в соответствии со стандартами ITU-R BT.656 и EIA/CEA-861-B, а также разверток для вывода 3D видео в соответствии со спецификацией HDMI 1.4a.

Разработанный видеоконтроллер и методы обработки цифровых видеоизображений были апробированы и реализованы в СБИС К1879ХБ1Я Декодера цифрового телевизионного сигнала стандартной и высокой четкости для цифровых телевизионных приемников стандартной и высокой четкости, предназначенной для декодирования телевизионных сигналов спутникового, наземного и кабельного вещания, а также IP-телевидения, разработки и производства ЗАО НТЦ «Модуль».

Литература

[1] М. Симонов, А. Лейбов, Ю. Шавдия Переход на цифровое телевизионное вещание в Российской Федерации // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. - 2007. - №8. - С. 20-27.

[2] П.А. Шевченко, А.В. Шкуренко Декодер цифрового телевизионного сигнала высокой четкости: система на кристалле // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. - 2007. - №8. - С. 62-66.

[3] К. Быструшкин Современная элементная база для аналого-цифровых телевизоров TV/DVB // Электронные компоненты. - 2002. - №6. - С. 1-4.

[4] П.А. Шевченко Платформа для разработки СБИС декодера ТВ-сигнала // Электроника: Наука, Технология, Бизнес – 2010 - №3 – С. 60-65.

[5] П.А. Шевченко СБИС декодера цифрового телевизионного сигнала. Технология разработки // «Проблемы разработки перспективных микро- и наноэлектронных систем – 2010 (МЭС-2010)» Сборник трудов под общ. ред. академика РАН А.Л. Стемпковского. – М.: ИППМ РАН, 2010. – С. 320-325