

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2004-248279
(P2004-248279A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int.Cl.⁷
H04L 29/06
// H04L 7/00

F I
H04L 13/00 3 O 5 Z
H04L 7/00 A

テーマコード (参考)
5 K O 3 4
5 K O 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-32633 (P2004-32633)	(71) 出願人	501263810
(22) 出願日	平成16年2月9日 (2004.2.9)		トムソン ライセンシング ソシエテ ア ノニム
(31) 優先権主張番号	03090038.5		Thomson Licensing S . A.
(32) 優先日	平成15年2月12日 (2003.2.12)		フランス国, エフ-92100 ブロー ニュ ビヤンクール, ケ アルフォンス ル ガロ, 46番地
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
		(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重

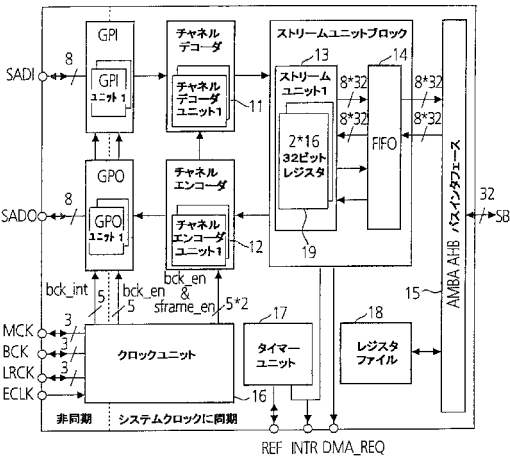
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異なるタイプのインタフェースからの入力信号、又は異なるタイプのインタフェースへの出力信号を共通フォーマットの中央演算処理でプリプロセスするための方法及び装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 異なるタイプのインタフェースからの入力信号又は異なるタイプのインタフェースへの出力信号に対する、共通のシステムクロックのプリプロセスを容易にする。

【解決手段】 音声処理技術では、異なるサンプルクロックの周波数、及び/又は異なるデータフレーム又は異なるデータワードのフォーマットに関連する異なるタイプのインタフェースが存在する。異なるタイプのインタフェースからの入力信号は、その後の共通フォーマットの中央演算処理のためにプリプロセスされる。このプリプロセスは、共通のシステムクロックに対する同期、異なるタイプのインタフェースに符合する異なるチャンネルプロトコルに従うチャンネルデコードに対する同期、及び該PCMビットストリームから、これよりサンプルワードが中央演算処理に供給される中間的な記憶装置に記憶されるサンプルワードを形成するように同期を利用する。



【選択図】 図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

共通のシステムクロック (s y s _ c l k) を使用して、共通フォーマットの中央演算処理のために、異なるタイプのインタフェース (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) からの入力信号 (S A D I) をプリプロセスするための方法であって、前記異なるインタフェースタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレーム又はデータワードのフォーマットに関連しており、

前記異なるタイプのインタフェースからの入力信号 (S A D I) から、システムクロックに同期した入力信号を発生し (G P I) 、

前記異なるタイプのインタフェースに関連する前記異なるチャネルプロトコル (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) に従い、前記システムクロックに同期した入力信号をチャネルデコードし (1 1) 、一様なワードフォーマットを有する対応する P C M ビットストリームのフォーマット信号を供給し、

前記 P C M ビットストリームのフォーマット信号から、たとえば F I F O のような、これよりサンプルワードが前記中央演算処理に供給される中間的な記憶装置 (1 4) に記憶されるサンプルワードを形成するように、前記 P C M ビットストリームのフォーマット信号をさらに処理する (1 3) 、

ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

共通のシステムクロック (s y s _ c l k) を使用して、共通フォーマットの中央演算処理において、異なるタイプのインタフェース (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) への出力信号 (S A D O) をプリプロセスするための方法であって、前記異なるインタフェースタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレーム又はデータワードのフォーマットに関連しており、

システムクロックに同期した P C M ビットストリームのフォーマット信号をサンプルワードから形成することで、前記中央演算処理から出力され (S B) 、たとえば F I F O のような中間的な記憶装置 (1 4) に記憶される前記サンプルワードをさらに処理し (1 3) 、 P C M ビットストリームのフォーマット信号は、一様なワードフォーマットを有し、かつ前記異なるタイプのインタフェース (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) に関連しており、

前記異なるタイプのインタフェースに関連する前記異なるチャネルプロトコル (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) に従い、一様なワードフォーマットを有する前記システムクロックに同期した P C M ビットストリームのフォーマット信号をチャネルエンコードして、対応するシステムクロックに同期した出力信号を供給し (1 2) 、

前記システムクロックに同期した出力信号から、もはやシステムクロックに同期しないが前記タイプのインタフェースに従うインタフェースタイプに適合した出力信号 (S A D O) を発生する (G P O) 、

ことを特徴とする方法。

【請求項 3】

共通のシステムクロック (s y s _ c l k) を使用して、共通フォーマットの中央演算処理のために、異なるタイプのインタフェース (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) からの入力信号 (S A D I) をプリプロセスするための装置であって、前記異なるインタフェースタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレーム又はデータワードのフォーマットに関連しており、

前記異なるタイプのインタフェースからの入力信号 (S A D I) から、システムクロックに同期した入力信号を発生するための手段 (G P I) と、

前記異なるタイプのインタフェースに関連する前記異なるチャネルプロトコル (I E C 9 5 8 , I 2 S , A C - L i n k , A D A T) に従い、前記システムクロックに同期した入力信号をチャネルデコードして、一様なワードフォーマットを有する対応する P C M ビットストリームのフォーマット信号を供給するための手段 (1 1) と、

10

20

30

40

50

前記PCMビットストリームのフォーマット信号から、たとえばFIFOのような、これよりサンプルワードが前記中央演算処理に供給される中間的な記憶装置(14)に記憶されるサンプルワードを形成するように、前記PCMビットストリームのフォーマット信号をさらに処理するための手段(13)と、
を備えることを特徴とする装置。

【請求項4】

共通のシステムクロック(sy_s_c_l_k)を使用して、共通フォーマットの中央演算処理において、異なるタイプのインタフェース(IEC958, I2S, AC-Link, ADAT)への出力信号(SADO)をプリプロセスするための装置であって、前記異なるインタフェースタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレーム又はデータワードのフォーマットに関連しており、

システムクロックに同期したPCMビットストリームのフォーマット信号をサンプルワードから形成することで、前記中央演算処理から出力され(SB)、たとえばFIFOのような中間的な記憶装置(14)に記憶される前記サンプルワードをさらに処理するための手段と(13)、PCMビットストリームのフォーマット信号は、一様なワードフォーマットを有し、かつ前記異なるタイプのインタフェース(IEC958, I2S, AC-Link, ADAT)に関連しており、

前記異なるタイプのインタフェースに関連する前記異なるチャネルプロトコル(IEC958, I2S, AC-Link, ADAT)に従い、一様なワードフォーマットを有する前記システムクロックに同期したPCMビットストリームのフォーマット信号をチャネルエンコードして、対応するシステムクロックに同期した出力信号を供給するための手段と(12)、

前記システムクロックに同期した出力信号から、もはやシステムクロックに同期しないが前記タイプのインタフェースに従うインタフェースタイプに適合した出力信号(SADO)を発生するための手段(GPO)と、
を備えることを特徴とする装置。

【請求項5】

前記インタフェースのタイプは、IEC958、I2S、AC-Link及びADATのうちの少なくとも2つを含む、

請求項1乃至4のいずれか記載の方法又は装置。

【請求項6】

チャネルの置き換えを検出して回避するために、システムクロックに同期した処理で、幾つかの個々のサンプルがそれらのチャネルタイプで記録又はチェックされ、前記チャネルの置き換えは、たとえばサンプルを挿入又は消去した場合に生じ、前記記録は、たとえば、前記システムクロックに同期した処理で特に使用されないサブコードのビットを使用して実行される、

請求項1乃至5のいずれか記載の方法又は装置。

【請求項7】

前記中間的な記憶装置(14)に関するDMAブロック転送のために、それぞれのDMAデータブロックの最初のワードについてLFの記録が実行され、該LF記録は、DMAバッファ出力を準備するときにプロセッサの処理数を低減するために評価される、

請求項1乃至6のいずれか記載の方法又は装置。

【請求項8】

前記サンプルワードの更なる処理を実行するストリームユニットの正確に時間設定されたスタートアップを容易にするために、内部発生されたタイムスタンプが中央演算処理により前記ストリームユニットに供給される、

請求項1乃至7のいずれか記載の方法又は装置。

【請求項9】

個別のクロック、及びデータ又は前記システムクロックに対する同期信号を有するインタフェース信号の同期のために、同期されるクロック(bck)の同じエッジでクロックさ

10

20

30

40

50

れる2つの連続するDフリップフロップが使用される、
請求項1乃至8のいずれか記載の方法又は装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、共通のシステムクロックを利用して、異なるタイプのインタフェースからの入力信号、又は異なるタイプのインタフェースへの出力信号を共通フォーマットの中央演算処理でプリプロセスするための方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルIO向けのIEC958及びADAT、或いは主にAD/DAコンバータへの接続向けのAC-LINK及びI2Sのような、様々なA/Vシステム向けデジタルオーディオ入力/出力インタフェースが一般に使用されている。今日では、一般的なインタフェースアプリケーションは、単一のインタフェースタイプを超える機能を要求することもある。

【0003】

かかるインタフェースの公知のビルディングブロックは、単一のインタフェースを通常実現する。たとえば、受信機は、雑音のないデータビットと、シリアルデータビットストリームから一連のサンプルワードを形成する後段の直列-並列変換向けのビットクロックとを出力するプロトコルのデコーダから構成されている。その後、このサンプルワードは、たとえば、ダイレクトメモリアクセス(DMA)及び/又は、割込み又はポーリングデータ転送、並びに必要であれば、オーディオデータをバッファリングするためのFIFOを利用して、処理システムのメモリに書き込まれる。

【0004】

送信機は、対応して逆方向のデータ処理を実現する類似の構成要素から構成される。一般のシステムは、プロセッサのクロックとオーディオのサンプリング周波数の比により、データ転送向けのDMAを利用する。基本的なDMA転送動作は、処理速度が問題とされない場合にはソフトウェアで実行することができる。以下では、DMAの使用に対して時々言及するが、本発明では、それぞれのケースで、DMA入力及び出力を割込み又はポーリング機構により置き換えることができる。

【0005】

(IEC958受信機のような)単一プロトコル向けの専用インタフェースは、専用の直列-並列コンバータ、すなわち、MSB first又はLSB firstを実現し、ビット数等はインタフェースの仕様に従うコンバータを一般に利用する(又は、送信機の場合には、並列-直列コンバータを利用する)。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0006】

共通すなわち中央のプロセッサと相互作用のために異なるタイプのオーディオインタフェースを結合するとき、複数の異なる動作条件が考慮されなければならない。基本的に、かかるインタフェースは、随伴する同期及びクロック信号をほとんど用いることなく或いは全く用いることなしに、オーディオデータのシリアル転送を利用する。さらに、オーディオインタフェースは、プロセッサ又はバスのシステムクロックに関連していない特別なオーディオに関連したクロックを使用している。したがって、1つ以上の同時に使用されているオーディオインタフェースを組み込むことは、アクティブなインタフェースあたり最多で1つの追加の異なるクロックまで、幾つかの独立なオーディオクロックが出現することになる。

【0007】

全ての先に説明されたインタフェースは、最大24ビットのPCMデータワードを転送するものであり、これにより、幾つかの順次に転送されるPCMデータワードは、完全な

10

20

30

40

50

オーディオサンプルを形成する (I E C 9 5 8、I 2 S T Y P E 2、ステレオ ; A D A T
t y p e 8 ; A C - L i n k t y p e 2 t o 6 : マルチチャネル)。あるタイ
プのインタフェースについて、追加のサイド情報は、たとえば、S P D F : V U C ;
A D A T : U s e r B i t s ; A C - L i n k : T a g , C m d , S t a t
u s のようなオーディオ情報ビットとマージされる。シリアル P C M データの転送は、L
S B (最下位ビット) f i r s t 又は M S B (最上位ビット) f i r s t のいずれか
となることができる。

【 0 0 0 8 】

本発明により解決されるべき課題は、異なるタイプのインタフェースからの入力信号又
は異なるタイプのインタフェースへの出力信号に対して、共通のシステムクロックのプリ
プロセスを容易にすることである。ここで、異なるインタフェースのタイプは、異なるサ
ンプルクロック周波数、及び / 又は異なるデータフレームのフォーマット又は異なるデー
タワードのフォーマットに関連している。また、本発明により解決されるべき課題は、共
通のシステムクロックの動作領域をできるだけ広くすることである。この問題は、請求項
1 及び請求項 2 に開示される方法により解決される。本方法を利用する装置は、請求項 3
及び請求項 4 に開示されている。

10

【 0 0 0 9 】

以下の説明において、用語「オーディオサンプル」又は「サンプル」は、K 個の番号 (又
はワード) からなる完全な K チャネルのサンプルを示している。1 つの番号はチャネル
の 1 つにそれぞれ対応しており、K はオーディオチャネルの数である。これらの番号は、
「サンプルワード」又は「ワード」と示される。

20

【 0 0 1 0 】

本発明のオーディオインタフェースのアーキテクチャは、パラメータ付きユニバーサル
オーディオ I C セル又はユニットの実現に関連している。このユニットは、システム I C
設計、P C B 設計及びソフトウェア設計についてできるだけ高い柔軟性を保持するやり方
で、中央演算処理システムにおいて、同時かつ様々な形態で、先に説明されたタイプのイ
ンタフェースの少なくとも全てから到来するデータ、又は先に説明されたタイプのインタ
フェースの少なくとも全てに供給されるデータを処理することができる。

【 0 0 1 1 】

本発明は、全体的なセル又はユニットのアーキテクチャ、及び特定の詳細な解決策に関
連している。

30

【 0 0 1 2 】

D S P (デジタルシグナルプロセッサ) は、D S P データワードからなる入力及び出力
を様々な特殊なシリアルデータフォーマットにすることができる、一般的に機器構成可能
なシリアルインタフェース S I O (シリアル入出力) を含んでいることがある。先に説明
された単一プロトコル向け専用インタフェースの代替として、先に説明されたマルチタイ
プインタフェースのうちの 1 つを実現するために、かかるユニバーサル S I O を特定のプ
ロトコルのデコーダ又はエンコーダと結合することができる。完全なユニットは、ビット
クロック又はそれぞれのチャネルクロックで時間を計測することができる。プロセッサク
ロックを利用して、プロセッサによるパラレルサンプルワードへのアクセスが好適に提供
される。

40

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明によるデジタルオーディオインタフェースユニットの例示的なアーキテ
クチャを示している。シリアルオーディオデータ入力 S A D I 信号及びシリアルオーディ
オデータ出力 S A D O 信号が左側に示されており、システムプロセッサ (R I S C、D S
P 又は μ P、図示せず) に接続しているシステムバス S B が右側に示されている。全ての
オーディオクロックに関連する信号は、できるだけ早く (入力) 又はできるだけ遅く (出
力) システムクロックに同期される。このシステムクロックは、バスクロックに等しい場
合がある。有利なことに、これにより、システムクロックの処理領域、すなわちシステム
クロックでのみ時間を計測されるロジックの部分をできるだけ広くすることができる。

50

【0014】

汎用の入力ブロックGPI（同期ステージと、SADI信号を双方向かつ汎用的に使用するための制御ロジックとを含む）を介して、N個のオーディオデータ入力は、1つずつ、チャンネルプロトコルのデコード（すなわち、IEC958、I2S、AC-Link、ADAT等のプロトコル）に対処するNチャンネルデコードユニット11に供給され、入力ビット当たりのデータビットのタイプ（たとえば、PCM、サブコード又はignore）を判定する。結果的に得られたN組の一般のPCMビットストリームフォーマット信号は、インタフェースのタイプに依存しないストリームユニット13に供給され、このユニット13は、N入力のうちの単一の入力又は複数の入力から、できる限り中間的なレジスタでの記憶装置を利用して、到来するシリアルデータビット（PCM及びサブコード）をサンプルワードとしてFIFO14に出力する。FIFO14は、バスインタフェース15を介して、その出力信号をバスSBに渡すことができる。

【0015】

同様に、バスSBからのデータは、バスインタフェース15、FIFO14、ストリームユニット13、Mチャンネルエンコードユニット12及び汎用出力ブロックGPO（シリアルオーディオデータ出力のための同期ステージ、及びSADO信号を双方向かつ汎用的に使用するための制御ロジックを含む）を介して、M個のシリアルオーディオデータ出力信号SADOを供給する出力に渡す。これにより、MはNと異なる。

【0016】

チャンネルエンコードユニット12は、一般のPCMビットストリームを異なるインタフェースフォーマットにエンコードする。すなわち、このユニット12は、1つ以上のIEC958、AC'97、I2S及びADATエンコードを含んでいる。

【0017】

ストリームユニット13は、直列-並列変換を実行する。このユニット13は、あるストリームに属する異なる入力信号から全ての到来するPCMビットを収集し、レジスタファイル19に記録する。この記録の内容は、その結果FIFO14に転送することができる。FIFO14から到来するデータについて逆も可能である。たとえば、最大16チャンネルからそれぞれ構成される8つの同時のオーディオストリームを処理するために、8つの異なるストリームユニットが存在する。レジスタファイル18は、オーディオセルについて全ての制御及び状態レジスタを含んでいる。クロックユニット16は、同期された内部ビットクロック及びイネーブル信号を発生する。タイマーユニット17は、現在のシステムの時間のためのカウンタ、ロードブルタイマー、及び外部の基準信号でシステムの時間をサンプルするためのレジスタを含んでいる。

【0018】

入力データSADI及び出力データSADOは、対応するビットクロックBCK、マスタクロックMCK、及び信号LRCKを伴う。この信号LRCKは、たとえば、I2S及びAC'97といった、個別のクロック、データ及び同期信号を有するインタフェースタイプ向けの完全なオーディオサンプルの最初のPCMワードのうちの最初のビットを特定する。このクロック信号又は同期信号は、クロックユニット16により選択され、システムクロックに同期される。

【0019】

プロトコルのコンバータは、直列-並列変換と同様に、共通のビットクロック/チャンネルクロックによりクロックされる。

【0020】

原理的に、本発明の方法は、共通のシステムクロックを使用して、共通のフォーマットの中央演算処理向けに異なるタイプのインタフェースからの入力信号をプリプロセス（pre-processing）するために適するものである。この異なるインタフェースのタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレームのフォーマット又は異なるデータワードのフォーマットに関連している。本方法は、以下のステップを含んでいる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

異なるタイプのインタフェースからの入力信号から、システムクロックに同期した入力信号を生成するステップ。

【 0 0 2 2 】

該異なるタイプのインタフェースに適合する異なるチャネルプロトコルに従い、該システムクロックに同期した入力信号をチャネルデコードし (channel decoding)、これにより、一様なワードフォーマットを有する対応するPCMビットストリームのフォーマット信号を供給するステップ。

【 0 0 2 3 】

該PCMビットストリームのフォーマット信号から、たとえばFIFOのような、これよりサンプルワードが中央演算処理に供給される中間的な記憶装置に記憶されるサンプルワードを形成するように、該PCMビットストリームのフォーマット信号をさらに処理するステップ。 10

【 0 0 2 4 】

或いは、本発明の方法は、共通のシステムクロックを使用して、共通フォーマットの中央演算処理において異なるタイプのインタフェースへの出力信号をプリプロセスするために適するものである。この異なるインタフェースのタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレームのフォーマット又は異なるデータワードのフォーマットに関連している。本方法は、以下のステップを含んでいる。

【 0 0 2 5 】

サンプルワードから、システムクロックに同期したPCMビットストリームのフォーマット信号を形成することにより、該中央演算処理から出力され、たとえばFIFOのような中間的な記憶装置に記憶されるサンプルワードをさらに処理するステップ。このPCMビットストリームのフォーマット信号は、一様なワードフォーマットを有しており、異なるタイプのインタフェースに適合する。 20

【 0 0 2 6 】

該異なるタイプのインタフェースに適合する異なるチャネルプロトコルに従い、一様なワードフォーマットを有する該システムクロックに同期したPCMビットストリームのフォーマット信号をチャネルエンコードし (channel encoding)、これにより、対応するシステムクロックに同期した出力信号を供給するステップ。 30

【 0 0 2 7 】

該システムクロックに同期した出力信号から、もはやシステムクロックに同期していないが、かかるインタフェースのタイプに従うインタフェースのタイプに適合した出力信号を発生するステップ。

【 0 0 2 8 】

原理的に、本発明の装置は、共通のシステムクロックを使用して、共通フォーマットの中央演算処理向けに異なるタイプのインタフェースからの入力信号をプリプロセスするために適するものである。かかる異なるインタフェースのタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレームのフォーマット又は異なるデータワードのフォーマットに関連している。本装置は、以下の構成要素を含んでいる。 40

【 0 0 2 9 】

異なるタイプのインタフェースからの入力信号から、システムクロックに同期した入力信号を発生するための手段。

【 0 0 3 0 】

該異なるタイプのインタフェースに適合する異なるチャネルプロトコルに従い、該システムクロックに同期した入力信号をチャネルデコードし、これにより、一様なワードフォーマットを有する対応するPCMビットストリームのフォーマット信号を供給するための手段。

【 0 0 3 1 】

該PCMビットストリームのフォーマット信号から、たとえば、FIFOのような、こ 50

れよりサンプルワードが中央演算処理に供給される中間的な記憶装置に記憶されているサンプルワードを形成するように、該PCMビットストリームのフォーマット信号をさらに処理するための手段。

【0032】

或いは、本発明の装置は、共通のシステムクロックを使用して、共通のフォーマットの中央演算処理において異なるタイプのインタフェースへの出力信号をプリプロセスするために適するものである。該異なるインタフェースのタイプは、異なるサンプルクロック周波数、及び/又は異なるデータフレームのフォーマット又は異なるデータワードのフォーマットに関連している。本装置は、以下の構成要素を含んでいる。

【0033】

サンプルワードから、システムクロックに同期したPCMビットストリームのフォーマット信号を形成することにより、該中央演算処理から出力され、たとえばFIFOのような中間的な記憶装置に記憶されるサンプルワードをさらに処理するための手段。このPCMビットストリームのフォーマット信号は、一様なワードフォーマットを有しており、該異なるタイプのインタフェースに適合している。

【0034】

該異なるタイプのインタフェースに適合する異なるチャネルプロトコルに従い、該システムクロックに同期したPCMビットストリームフォーマットをチャネルエンコードし、これにより、対応するシステムクロックに同期した出力信号を供給するための手段。

【0035】

該システムクロックに同期した出力信号から、もはやシステムクロックに同期しないが該タイプのインタフェースに従うインタフェースのタイプに適合した出力信号を発生するための手段。

【0036】

本発明の有効な追加の実施の形態は、それぞれ従属的な請求項に開示されている。本発明の典型的な実施の形態は、添付図面を参照して説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

図2～図5は、IEC958サブフレームのフォーマットフレーム、ACフォーマットフレーム、ADATフォーマットフレーム及びI2Sフォーマットフレームをそれぞれ示している。これらの図から、フォーマットが非常に異なっていることが明らかである。

【0038】

現在の最新技術による実現とは対照的に、図7に示されるチャネルデコードのブロックは、要求されるプロトコルの全て又はほぼ全てをデコードする。この要求されるプロトコルは、固定された入力ピンに関連される。好都合なことに、プロトコルのデコード機能の全て又はほぼ全てを1つのユニットに実現することは、全ての個々のプロトコルのデコードの追加される複雑さと同じ複雑さではない。これは、ロジックの一部(すなわち、IEC958, ADAT, AC'97及びI2Sボックス外のロジック)は、図7に示されるように共有することができるからである。IEC958及びADATデコードにおけるクロックデータ分離器又はプリアンプル検出器のような特定の機能は、共有されていない。

【0039】

他方で、マルチプロトコルのエンコーダ/デコーダ(コンバータ)に関連するI/O信号の数を、対応する簡単な単一プロトコルのエンコーダ/デコーダ(コンバータ)の更に多い数と比較したとき、同じ数のI/Oピン及び該ピンを接続するためのある種のマルチプレクサロジックにより、複数の単一プロトコルのエンコーダ/デコーダの解決策について更に低い複雑さとすることができるが、一般に、低いトランスペアレンシー及びフレキシビリティという犠牲を払うことになる。

【0040】

ストリームユニット13は、多数の単方向のストリームの形式でデータ転送を実行する。それぞれのストリームに対して、1組のコンフィグレーションレジスタが割り当てられ

10

20

30

40

50

ており、どの入力信号をF I F O 1 4 (したがって、その後の処理システム)に転送すべきか、及び利用可能なP C Mサンプルのタイムスロット(すなわち、第一、第二等、1つの信号入力についてのサンプルワード)のうちのどのタイムスロットでF I F O 1 4に転送すべきかが判定される。それぞれのストリームは、処理システムにより独立にアクセスすることができるそれ自身のF I F O (領域)を所有しており、結果として、ストリーム当たりの別個のD M Aユニット(図示せず)は、適切なD M Aデータ転送のために必要とされる(ストリームは、互いに独立に動作する)。入力ストリームは、複数の信号入力について構成される場合(「チャンネルアグレゲーション」、たとえば、3×2チャンネルストリームを形成する3つのI E C 9 5 8インタフェース)、全ての信号は、同じインタフェースタイプに一致しなければならない、同じサンプリング周波数を有さなければならない、及び同位相でなければならない。ストリーム出力の処理及び特徴は、類似している。

【0041】

ストリームユニットについて、幾つかの設計オプションが存在する。独立なF I F Oを使用することに対して、ソフトウェアにより適切なサイズに作られた分離されたストリームF I F Oに分割される単一のF I F O - R A Mを使用し、F I F Oからチャンネルエンコーダ/デコーダにビットを直接転送するか、或いはチャンネルエンコーダ/デコーダからF I F Oにビットを直接転送することである。すなわち、任意の中間的なレジスタを必要とすることなしに、全ビットを連続して処理すること(全体のデータレートを制限する場合がある)、或いは、F I F O 1 4とチャンネルデコーダ11及びチャンネルエンコーダ12の間に配置される中間的な(シフト)レジスタを使用することである。

【0042】

先に説明されたように、1つ又は複数のストリームユニットだけでなく、全てのチャンネルエンコーダ/デコーダは、信号I/Oピンに接近した同期のため、共通のシステムクロックでクロックされる。最新技術の処理では、幾つかの入力及び出力ストリームが同時に転送される典型的なオーディオシナリオでは、S I Oタイプ(シリアル入出力)の実現は、幾つかの異なる(ビット/チャンネル)クロックを一般に使用して、関連するS I Oユニットを実行する。したがって、S I Oユニットを一体化することによる全体の最適化が不可能であるが、本発明では、使用される単一の(s y s t e m_)クロックのためにストリームユニット13にとって全体的な最適化が可能である。これにより、(ビット毎に、又は1回の読出し/修正/書込み用のレジスタを使用して)F I F Oからシリアルオーディオビットストリームを直接読出すか、あるいはF I F Oにシリアルオーディオビットストリームを直接書込むことで、多数の組のオーディオデータパスのレジスタなしに、1つ又は複数の完全なストリームユニットを実現することが可能である。別の容易に実現可能となる機能は、チャンネルアグレゲーションであり、すなわち、幾つかの同じタイプのI/O信号を共通のストリームにマージすることである。それぞれの論理ストリームは、該ストリームについてどのI/O信号が使用されているかを選択し、これにより、I/O信号のマルチプレクサは、ストリームユニットに配置される。

【0043】

図12の上半部分では、チャンネルエンコーダ11及びチャンネルデコーダ12における幾つかのタイミングは、図12の下半部分のストリームユニット13における幾つかの信号のタイミングと共に示されている。

【0044】

先に説明されたように、システムクロックs y s _ c l kでチャンネルエンコーダ/デコーダをクロックすることにより、マルチプレクサにより選択された幾つかの可能なオーディオビットクロックのうちの任意の1つによる、図11に部分的に示されている同期装置ユニットの主要部分に対するクロックを回避する。最後の同期ステージT F F 1, T F F 2及びR F F 0は、対応するオーディオビットクロックにより直接クロックされる。したがって、チップの入力バス付近の同期は、2つ以上のフリップフロップが同じゲート制御された立ち上がり/立ち下りエッジ(g a t e d e d g e)でクロックされるのを回避する。この同期装置は、図1及び図6のクロックユニットブロック16にそれぞれ含まれ

ている。

【0045】

SIOタイプのものでさえ公知の実現は、複数のサンプルに関して動作しないだけでなく、現在のプロセッサ向けの単一サンプルのワードと典型的に同じプロセッサのマシンワードに関して動作しないという事実による問題点を有している。

【0046】

好都合なことに、検出されていないチャンネルの置き換え (permutation)、及びタイムスタンプを使用したタイミングの良い出力は、図1又は図6のそれぞれに従う構成で実現することが容易である。これは、ストリームユニットがワードに代えてオーディオサンプルを処理するためである。

10

【0047】

幾つかの実施の形態が以下に説明される。

【0048】

図1及び図6では、チャンネルデコーダ/エンコーダ11, 12とストリームユニット13の間のインタフェース信号は、対応する情報信号 `sframe_enable` (サンプルフレームイネーブル) を含んでおり、この情報信号は、1つのシステムクロック (`sys_clk`) のサイクルパルスであり、このパルスは、新たなサンプルの開始を示しており、ストリームユニット13のチャンネルエンコーダ又はチャンネルデコーダにより発生される。信号 `pcm_enable` 及び信号 `subcode_enable` のそれぞれの1サイクルのパルスは、関連するデータラインに有効な各PCMのサブコードビットを伝送又は要求する `sys_clk` サイクルを示している。

20

【0049】

[基本的なオーディオPCM及びストリームフォーマット]

Pチャンネルオーディオ信号 ($P = 1, 2, 3$, サポートされるストリーム当たりの最大チャンネル数) を転送するオーディオストリームは、サンプルのシーケンシャルな形式で転送され、それぞれのサンプル (たとえば、ステレオ又は6チャンネルサンプル) は、チャンネル当たり1つのP個のデータワード (たとえば、32ビットのデータワード) から構成されることが想定されている。そのとき、考慮されるオーディオインタフェースにより転送される入力ワードのオーディオコンテンツのサイズは、最大24ビットを超えない、すなわち最大24ビットを超える必要がない。したがって、たとえば、通常のRISCプロセッサ又はある種のDSP、或いはダブルワード 2×16 ビットとしてのオーディオワードを記憶する16ビットDSP向けのよう、選択されたプロセッサ/メモリシステムのため、ワード当たりより多くのビットが利用可能である場合、又はたとえば、24ビットDSPの場合において24ビットのうちの全てのビットが要求されない場合、追加のワードビットを使用して、他のサイド情報を転送することができる。

30

【0050】

本発明の処理システムにデータを入力する場合、かかるサイド情報を取ることが要求される場合があるが、この処理は、追加の費用なしで、移動、スケーリング、整数から浮動小数点への変換、浮動小数点から整数への変換のような必要な他の動作とともに容易に実行することができる。

40

【0051】

図8a及び図8bは、たとえば、FIFO14又はシステムメモリで処理されるような、32ビット及び24ビットのマシンワード (図8c) 向けの、可能なサンプルフォーマットを示している。サイド情報のビットの簡単な変換/除去或いは挿入のために、(より長い) ワードにおいて左揃え又は右揃えのいずれかにされるPCMビットを表すフォーマットが使用される。したがって、これらの変形例のみが示されている。PCMビット、Fビット及びLビットに関して、全てのオーディオサンプルは、使用されるチャンネルエンコーダ/デコーダとは無関係に同じ表現を有しており、2つの代替的なフォーマットのうちの1つのみがGPI/GPO又はステージについて選択され、したがって、ハードウェア又はソフトウェアに対して固有なサンプルを表している。

50

【 0 0 5 2 】

理解 / 表現を容易にするために、本実施の形態に関する以下の説明は、32ビットのフォーマットに限定される。全ての機能性、又はあるケースでは機能性のうちのサブセットは、より長いマシンワード又はより短いマシンワードで容易に実現することができる。

【 0 0 5 3 】

[サブコード]

個々のサンプルワードに挿入される第一のタイプのかかる追加の情報は、サブコード情報とすることができ、SODIF (VUCP)、ADAT (C1 . . C4)、AC97 (Tags) のような幾つかのインタフェースは、サブコード情報を定義している。SPDIFのケースでは、サブコードビットは、それぞれのサンプルと既に直接関連付けられて、転送される。図8aは、例示的な32ビットのワードフォーマットであり、24ビットをデータに使用し、ワード当たり最大5ビットをサブコードに使用し、3ビットを更なる情報に使用する。サブコードの総量及び内容は、インタフェースのタイプに依存する。本発明によれば、オリジナルのサブコードの総量は保持されるが、サブコードのビットに使用されるビット位置は固定及びユニークに選択することができる。唯一の例外は、有効ビット (V) であり、それぞれのサンプルの有効性を示している。この情報項目は、信号入力の場合に、ストリームユニット13により特別な方法で解釈及び処理することができる。

a) 入力ワードは、Vビットを含んでおり、受信されたときに送出され、これにより、有効な情報のソフトウェア処理が可能となる。

b) 又は、全てのサンプルワードが無効である場合に、Pチャンネルサンプルは廃棄される (FIFO / メモリへの書き込みを禁止する)。

c) 又は、無効なワードがミュートされる。

d) 又は、サンプルワードは、CDプレーヤのような既存の装置で公知の形式で周囲の有効なワードから補間される。

【 0 0 5 4 】

サブコードの転送のための好適な方法は、IEC958入力のケースにおいて関連するサンプルワードと共に、4つのVUCPサブコードビットを転送すること、

(4つのサブコードビットを有するフォーマットについて) Pチャンネルサンプルのうちの第一のワードにおける全てのADATサブコードビットを転送すること、

I2Sのケースにおける隣接する非PCMの位置 (non-pcm location) にサブコードのビットを埋め、単一のI2Sインタフェースを介してDSPのような装置との結合されたオーディオとサブコードのデータ交換を可能にし、及び / 又は (データスロットに関係する) AClinkのタグビットで有効ビットを埋める。

【 0 0 5 5 】

[チャンネルの置き換えの回避]

オーディオ入力及び出力に関する1つの問題は、チャンネルの置き換えに関する可能性である。これは、幾つかの典型的なマシンワード (典型的にはオーディオチャンネル当たり1つ) が殆どのオーディオハードウェアの構成において単一のPチャンネルサンプルを転送することが必要とされる事実による。したがって、プロセッサシステム (プロセッサ、DMAユニット、シリアルI/Oユニット、FIFO) は、個々のマシンワードに対応するのみであって、より大きなエンティティに対応するものではない。したがって、1つのデータワードがオーディオデータストリームから誤って挿入又は消去された場合、「マシン」ワードのシーケンスを読んでいる装置又はステージ (サブルーチン、スレッド、プロセッサ、オーディオインタフェースハードウェア等) は、どのワードがどのオーディオチャンネルのうちの1つに関連されているかに関する情報のトラックを解放する可能性がある。

【 0 0 5 6 】

図6に説明されるようなシステムでは、システムプロセッサ、DMA、或いは割り込みベース又はポーリングベースのオーディオストリームの入力 / 出力を含んでおり、かかる

チャンネルの置き換えの原因は、誤った F I F O アクセス、入力及び出力のインタイムのサービスを不可能にする一時的なプロセッサの計算負荷、或いは一時的に増加される割り込み遅延である場合がある。

【 0 0 5 7 】

したがって、適切なチャンネルでストリーム入力及び出力を開始することは、入力／出力がその後に正しいことを保証しない。全ての先の影響がシステムエラーとして考慮された場合、及び正常の（デバックされた）状況下にあるように見えない場合であっても、正しいチャンネルタイプの出力がチェックされる実用が存在する。図 6 に説明される例示的なオーディオインタフェースでは、説明される問題は、F I F O 又は D M A コントローラにおいて生じる可能性がある。しかし、ストリームユニット 1 3 は、チャンネルエンコーダ／デコードにより転送される `s f r a m e _ e n a b l e` 信号のためサンプルの境界を認識しており、したがって、このチェックを実行することができる。

10

【 0 0 5 8 】

本発明の特徴は、チャンネルの置き換えの検出及び補正を可能にすることであり、最終的なデータストリームの消費者によって識別することができるように、個々のサンプルをそれらのタイプで記録することである。安全かつ実現が容易な測定は、（特に使用されていない）ビットのうちの 1 つにより、オーディオサンプルのサンプルワードのうちの 1 つ、特に “ L ” ビット、すなわちサンプルの最初のワードを “ 1 ” に記録すなわち設定し、サンプルの全ての他のワードについて、このビットを “ 0 ” に設定することである。したがって、左揃え／右揃えのエラーは、1 サンプル毎に検出可能となる。

20

【 0 0 5 9 】

一方で、オーディオデータ転送の一端にはプロセッサソフトウェアがあるので、このビット挿入、すなわちそれぞれのサンプルに対するこのチェックは、プロセッサにとって負荷が比較的高くなる。他方で、聴取者がチャンネルの置き換えを検出するためにある程度の時間を必要とすることを考慮して、それぞれ L 番目のサンプル（L は、たとえば 0 . 1 秒を下回る検出時間となるに十分に小さい数）のうちの最初のワードのみを記録／チェックすることは十分なことである。したがって、4 8 キロヘルツ当たり 1 1 5 2 / 1 0 2 4 サンプルのレンジにおける典型的なオーディオコーデックのフレーム、又は D M A ブロックサイズは、「 F ビット（フレームビット）」のマークのための距離として使用することができる。

30

【 0 0 6 0 】

D M A ブロックサイズの距離を使用することで（それぞれの D M A ブロックの最初のサンプルのうちの最初のワードは F = “ 1 ” で記録される）、オーディオインタフェースハードウェアは、（処理システムのメモリにおける）D M A ブロックの最初のサンプルと同じである、F ビットの組を有するサンプルが出力／入力されるポイントをタイミングよく正確に判定することができる。この特徴は、オーディオインタフェースのハードウェアによるタイムスタンプ及びブロックエラー（以下を参照）のような追加のサイド情報の測定、及び該サイド情報を D M A ブロックと協力して転送／処理すること（完了）を容易にする。

40

【 0 0 6 1 】

オーディオ入力処理のケースでは、F ビットは、ストリームユニットハードウェアにより、F L E N オーディオサンプルのそれぞれのシーケンスの最初のワードについて設定される。ストリームユニットのはじめのスタートアップ又はリスタートは、F I F O 1 4 に書き込まれた最初のサンプルの最初のワードが F = “ 1 ” で記録されるようなやり方で常に行われる。D M A （或いは割込み又はポーリング）データ入力は、関連する目的地のメモリ位置へのそれぞれ単一の（D M A ）ブロックの転送後に発見される最初のワードが、常に、F ビットの組を有する当該ワードであるように、同じブロック長 F L E N * P を使用するためにセットアップされる。これは、（D M A ）ブロック完了処理の間にチェックされる。かかる（D M A ）ブロックの最初のワードが設定されていない場合、データ入力はミスアラインメントされており、このストリームユニット（及び関連する D M A ）につ

50

いての入力処理のリスタートが必要とされる。

【 0 0 6 2 】

出力処理の場合では、出力のために使用される (D M A) ブロックのサイズは、ストリームユニット 1 3 と同様に、 F L E N * P ワードの値に再び初期化される。出力のためにソフトウェアにより準備されるそれぞれの D M A ブロックについて、最初の F ビットのみが設定され、他の全てのビットがリセットされる。ストリームユニット 1 3 の開始に応じて、関連する F I F O 1 4 (すなわち、当該ストリームに拘束されるその一部) は、空きメモリ状態にされなければならない。したがって、開始後にストリームユニット 1 3 により読み出される最初のワードは、 F ビットの組を有するワードであり、その時、 F ビットのリセットを有する F L E N * P - 1 ワードが後続する。 F L E N * (P + P) 番目のワードでは、 F ビットが再び設定される等となる。

10

【 0 0 6 3 】

ストリームユニットのハードウェアは、 F ビットの組の出現をチェックする。 F ビットが誤入された場合、すなわち、 F ビットが P チャネルサンプルの最初として出力されないワードについて設定されている場合、 F ビットの組を有するサンプルが前のサンプルから厳密に F L E N サンプル離れていない場合、或いは F ビットが F L E N サンプルの間にゼロである場合、ストリームユニットは停止され、エラー状態にスイッチされる。この状態は、出力処理をリスタートすることができるように、ソフトウェアにより検出される (状態変化による割込み又はポーリング) 。

【 0 0 6 4 】

20

図 9 には、ストリームユニット 1 3 で必要とされるハードウェアが示されている。フレームカウンタ F C N T 9 2 及びフレーム長 (すなわち (D M A) ブロックサンプルカウント) レジスタ F L E N 9 1 は、オーディオ入力の際に、 F ビットの組を挿入して、オーディオ出力の際に F ビットの適切な出現をチェックすることが要求される。図 9 のサンプル実現について、 F C N T は、それぞれ (P チャネル) のサンプル (より詳細には、適切なチャネルユニットからのそれぞれの s f r a m e _ e n a b l e パルス) についてインクリメントされ、 0 から F L E N - 1 までカウントする。その後、 F C N T は、 “ 0 ” に再びリセットされる。最終的に、 F L E N - 1 に達することは、次のサンプルの最初のワードが F ビットの組で記録されるべきであることを示す。

【 0 0 6 5 】

30

F ビットを使用することの代替は、サンプル間にブロックベースで挿入される S Y N C ワード (並びに、最終的にはブロック長、及び選択的にはチェックサム及び他のサイド情報) の挿入 / チェックである。これは、ワード当たり 1 ビットを必要としないという利点を有する。代わりに、全てのビットは、オーディオデータ向けに使用することができるが、このメカニズムは、オーディオデータワードが同期ワードであるとして誤って解釈されるという可能性のため (この s y n c コードが禁止されたデータワードである場合を除いて) 、完全に問題がないわけではない。検出がチェックサムにより更に確実に行われたとしても、スタートアップは、 S Y N C ワードの繰り返される出現の後にのみ実行される。別の代替は、 (ワード当たりの追加ビット、すなわち追加のポインタにより) F I F O 1 4 においてブロックの最初のワードを記録し、それぞれのブロック転送の後、このポインタが実際の D M A (又は割込み) ポインタをチェックすることである。この実施の形態は、 D M A の連鎖を排除するものである。

40

【 0 0 6 6 】

更なる代替は、専用 D M A ユニット (図示せず) を使用することであり、 F I F O が使用される場合に F I F O のワード記録と共に、できる限りオーディオセル / インタフェースに組み込まれる。この場合、ストリームハードウェア及び D M A ハードウェアは、 D M A ブロックの転送とストリームユニットの F C N T / F L E N ブロックが同相であるように動作するか、 D M A ユニットがワードの概念を採用するように動作する。それにもかかわらず、この代替は、汎用の D M A ユニットに代わって、専用 D M A ユニットを必要とするという不都合を有する。

50

【 0 0 6 7 】

[F L ビットフィールド、ドントケア定義]

【 表 1 】

L	F	記述
0	0	符号拡張
0	1	新たなソフトウェアフレーム
1	0	左チャンネル
1	1	符号拡張

10

オーディオインタフェースセルによる出力のために D M A バッファを準備するとき、プロセッサ動作の回数を低減するために、F ビットが拡張されて F L 2 ビットフィールドとなる。表 1 及び図 8 a を参照されたい。表によれば、L F = 0 1_b は、D M A ブロックの最初のサンプル (F = 1) のうちの最初のワード (L = 0) を示しており、L F = 1 0_b は、サンプルの最初でないワードを示している。他の 2 つのコード L F = 0 0_b 及び L F = 1 1_b は、「特定のではないサンプル」を定義している。

【 0 0 6 8 】

20

オーディオデータの入力に応答して、ストリームユニット 1 3 は、コード L F = 0 1_b 及び L F = 1 0_b のみを挿入し、したがって、各サンプルは、L 又は F のいずれかで正しく記録され、個々のサンプルのアラインメントと同様に D M A ブロックをチェックすることができる。オーディオデータの出力の間、ソフトウェアは、はじめに、L F = 0 0_b 又は L F = 1 1_b コードを有する符号拡張かつ右揃え 2 4 ビット P C M のビット数 (3 2 ビット以内)、又は下位 8 ビットが最初は 0 である左揃え 2 4 ビット P C M のビット数のいずれかを有する D M A 出力バッファを準備する。ストリームユニット 1 3 は、コード L F = 0 0_b 及び L F = 1 1_b を「特定のでないサンプル情報」として解釈し、該サンプルを次のワードとして出力する。それぞれの D M A バッファの真の最初のワードは、D M A ブロック出力を開始する前に、L F = 1 0_b コード、すなわちストリームユニットによる F

30

【 0 0 6 9 】

オーディオ入力処理により得られる L F ビットフィールドは、D M A ブロック長及びチャンネル数が等しい場合にオーディオ出力処理について当てはまるように、再使用することができる。

【 0 0 7 0 】

[タイムスタンプ、ブロックエラー、S P T S]

先に説明したストリームユニット 1 3 の拡張は、それぞれ独立な入力又は出力ストリーム当たりの 1 つの拡張、すなわちカウンタ 9 2 F C N T、レジスタ 9 1 F L E N、及び F ビットメカニズムであり、D M A バッファ (図示せず) の真の最初のワードに関連するレジスタ 9 5 における正確な P T S タイムスタンプを取込むこと、及び D M A ブロックにおける正確なサンプルのためのエラー情報を収集する累積的なエラーレジスタ S E R R O R 9 9 を取込むことを容易にする。これは、比較結果 9 3 F C N T = F L E N - 1 及び当該取込みを可能にするための s f r a m e _ e n a b l e を使用して行われる。

40

【 0 0 7 1 】

図 9 におけるカウンタ 9 4 C T S (現在の時間) は、それぞれのシステムクロックをカウントし、最大値 0 x F F F F F F F F に達したときに “ 0 ” に巻き直しするマシンワード幅 (3 2 ビット) のアップカウンタを表している。カウンタ C T S の出力は、オーデ

50

イオインタフェースセルのための時間基準として使用することができる。ステージ 95 P T S (プレゼンテーション・タイム・スタンプ) は、以下に基づいて C T S 値を取込むことである。

(F C N T = F L E N - 1) A N D s f r a m e _ e n a b l e

チャンネルエラー記憶装置 96 C E R R O R は、S E R R O R レジスタ 99 によりサンプリングされたときクリアされ、その後、(たとえば、(F C N T = F L E N - 1) A N D s f r a m e _ e n a b l e で) 再びサンプルされるまで、入力又は出力信号に関連する全てのエラー情報を収集する。したがって、S E R R O R は、まさに終了された D M A ブロック / 終了されようとしている D M A ブロックの全てのサンプルに関連するチャンネルのエラー情報を正確に含んでいる。オーディオ入力の間、アクティブ状態にある S E R R O R は、完全な入力ブロックがエラーについて更に検査されるべきであるか、又はミュート或いは無視されるべきかのいずれかであることを示し、後者の 2 つの機能は、ブロックベースで都合よくエラーを処理することができる。

10

【 0 0 7 2 】

オーディオ入力の間、はじめに、ストリームユニット 13 は、(F C N T = F L E N - 1) のブロックエンド、サンプル P T S 及び情報アイテム S E R R O R を発見し、次のサンプルを $F = 1$ で記録することができる。次いで、F I F O 14 から最後のブロックサンプルを読み出した後、D M A ユニットは、そのブロック完了信号 (割込み) を発生する。したがって、P T S 及び S E R R O R レジスタの値は、D M A 完了の割り込みの間に、ソフトウェアにより都合よく読み出すことができ、まさに終了された D M A ブロック又は次の D M A ブロックに付属させることができる (後者は、両者の値がブロックエンドでサンプリングされるため、P T S にとって都合がよい) 。

20

【 0 0 7 3 】

明らかに、これは、「使用される F I F O サイズ < $F L E N * P$ 」及び「割込み遅延 < D M A フレーム周期」であることを要求しており、さもなければ、サンプリングされた P T S / S E R R O R 値と D M A ブロック値との間の関係が失われる可能性がある。「使用される F I F O サイズ」は、実際に記憶されるサンプルワード数を示す。「D M A フレーム周期」は、時間間隔 $F L E N / F_s$ を示し、 F_s はサンプリング周波数である。

【 0 0 7 4 】

簡単な代替では、「割込み遅延 < $F L E N / F_s$ 」を使用することができる。

30

【 0 0 7 5 】

オーディオ出力について、D M A 完了状態は、サンプリングが F I F O 遅延のために発生する前に生じる場合がある。したがって、D M A 完了状態の間に P T S と S E R R O R とを読み出すことは適切ではない。代わりに、たとえば、割り込みにより、又は P T S を読出す代わりに、及び S P T S レジスタ 97 (その時間でのサンプル P T S) を読出すことにより、D M A ブロックの中央 (すなわち、 $F C N T = F L E N / 2$)、及びサンプルの両方の値を読むことは、「使用される F I F O サイズ < $0.5 * F L E N * P$ 」及び「割込み遅延 < $0.5 * F L E N * 1 / F_s$ 」である限り使用することができる。ここで、 F_s はサンプリング周波数である。たとえば、s y s _ c l k 発振器について最も悪いケースである 100 p p m の精度、及びサンプリング周波数 44100 H z での 1152 サンプルの D M A フレームサイズによれば、D M A フレーム周期は 26.1 m s となり、その結果、約 5.2 μ s という最も悪いケースのタイムスタンプ精度となり、この精度は、基準クロック発振器が 100 p p m の精度を有する場合にも達成可能である。

40

【 0 0 7 6 】

[タイムド・スタートアップ]

図 9 と共に説明される更なる機能は、正確に時間設定されたストリームユニット 13 の起動である。ストリームユニットは、空きメモリ状態の F I F O 14、及び停止されたストリームユニットシーケンサ (図示せず) で開始される。P T S レジスタ 95 は、(C T S に関連する) 適切な開始時間、及びストリーム状態マシン 98 に発生される R U N 命令でロードされる。C T S が開始時間に進んだ後、すなわち、条件 m o d (C T S - P T S

50

） 0 が真である場合、ランイネーブル信号 RUN_EN がストリーム状態マシン 98 に発生される。

【0077】

[共通の I/O タイミング]

入力信号及び出力信号は、「ビットクロック (bck) 領域」から更に高いシステムクロック (sys_clk) 領域に同期することができ、それによって、ビットクロック領域の入力から出力まで “ $input - to - output$ ” の遅延は、簡単な複数の「ビットクロック」周期により表現することができ、「システムクロック」周波数とは完全に独立である。先に説明したような $I2S$ (図 5 参照、 BIT_CLK に同期する $DATA / LRC$) 又は $AClink$ ($AC97$) インタフェースのような、別々のクロック、並びにデータ及び / 又は同期信号を有するシリアルオーディオデータインタフェースに関連する信号は、インタフェースのビットクロック又はチャネルクロックに代わり、共通の (更に高い) システムクロック (図 10、 sys_clk) のみを使用するロジックにより処理される場合 (図 10 における $BCK = bck$ 、図 5 における BIT_CLK)、オーディオインタフェースの 1 つ以上のクロックが固定位相を有さず、かつシステムクロックの整数倍の正確な周波数を有さない限り、追加のクロック同期ステージが必要とされる。このクロック同期は、図 10 に示されるような $RFF1 / RFF2$ 及び / 又は $CFF0 / CFF1$ のそれぞれのような 2 つの D フリップフロップの構成を使用することで達成することができる。これらの D フリップフロップは、システムクロック sys_clk でクロックされる。同期されるべき 1 つ以上の入力信号 ($RFF0$ の出力 Q での信号及び / 又はクロック bck) は、第一のフリップフロップ $CFF0$ 及び $RFF1$ のそれぞれの D 入力に供給される。このように、「同期された」入力信号は、第二のフリップフロップ $CFF1$ 及び $RFF2$ の Q 出力で利用可能である。かかる 2 つのフリップフロップ回路は、「準安定」という公知の影響のため、第一のフリップフロップのエラーの確率を十分に低い量に低減する。ホールドウィンドウに関する第一のフリップフロップの入力のセットアップの妨害により、技術に依存した確率に係る所与の期間の間、フリップフロップの未定義の出力状態がもたらされる。フリップフロップのかかる準安定状態は、不安定である。しかし、2 つのフリップフロップ回路により、それぞれのフリップフロップは、好都合なことに、約 1 クロック周期内でその 2 つの安定状態のうちの 1 つに強制的に再び設定される。

【0078】

より詳細には、図 10 における基準クロック bck について一般に使用される同期装置の形態は、($CFF0$ 及び $CFF1$ のような) かかる準安定抑圧回路、及び (たとえば、フリップフロップ $CFF2$ 、AND ゲート A 及びフリップフロップ $CFF3$ による立ち上がりエッジについて具体化される) その後のエッジ検出器からなる構成を使用し、単一のシステムクロックサイクルを示すイネーブル信号 bck_en を取得する (たとえば、オリジナルのクロック bck のそれぞれの立ち上がりエッジ当たり 1 つのイネーブルサイクル)。この場合、類似の入力回路 (「入力同期装置」 101) の出力は、後続する同期ロジック (同期装置 101 における $RFF3$) により読むことができる。入力同期装置 101 及びビットクロック同期装置 102 の (システムクロック数で測定される) 遅延を殆ど同一に維持することは、たとえば、約 1 周期のシステムクロック sys_clk のウィンドウ内で信号 bck の立ち上がりエッジ付近で入力信号 ($RFF0 . Q$) をサンプリングすると説明することができる入力側 (bck 、 $RFF0 . Q$) のシステム動作となる。したがって、クロック bck に同期し、かつシステムクロック sys_clk に非同期である入力信号 ($RFF0 . Q$) は、システムクロック sys_clk が、同期されるクロック bck よりも幾分高い限り、たとえば、クロック bck の立ち上がりエッジ付近で正しく読む込むことができる。フリップフロップ $RFF0$ は、適切に定義された (小さな) セットアップを達成するために、ビットクロック bck で入力信号 Din をサンプリングし、システムクロック sys_clk のサイクルタイムにより決定される (より大きな) ウィンドウのみを達成する代わりに、入力データ Din の範囲 (たとえば、 bck の立ち

10

20

30

40

50

上がり傾斜付近)をホールドする。

【0079】

図11のタイミングチャートは、図10の入力同期回路内で生じる各種信号をその時間的な関係において示している。サンプルウィンドウ、すなわち入力信号のサンプリングを行うことができる期間は、入力信号Dinに関して示されている。

【0080】

図10に関連して、代わりに、クロックbckの立ち下がりエッジ又は両方のエッジに関してサンプリングする等価回路を使用することができる。

【0081】

図10の回路では、同期(sy_sck)領域からインタフェースの形式特定の領域へのデータの出力は、システムクロックsy_sckでクロックされ、信号bck_enでイネーブルされるTFF0のようなフリップフロップの出力信号を使用することにより、出力同期装置103において達成することができる。(sy_sck周波数)/(bck周波数)の整数比が、たとえば、次のbckの立ち上がりエッジの前で十分に大きい限り、(フリップフロップのクロックから出力までの“clock-to-output”遅延を加えて)bck_enサイクルの終了で、したがって、たとえば、bck_enパルスが生成されるクロックbckの立ち上がりエッジの後に出力データが現れる。bckエッジに関連して適切に定義された時間での出力ポイントを取得するために、TFF0の出力は、たとえば、bckの立ち上がりエッジでフリップフロップTFF1によりリサンプリングされ、これにより、その出力Qは、オーディオインタフェース向けに使用される標準的なI/O機能に準拠するために、bck_enの立ち下がりエッジでフリップフロップTFF2によりリサンプルされる。入力、ビットクロックの立ち上がりエッジでサンプリングされ、出力は、ビットクロックの立ち下がりエッジで変化する。また、図11のタイミングチャートは、図10の出力同期回路内で発生する対応する信号をそれらの時間的な関係で示している。

【0082】

代わりに、クロックbckの立ち下がりエッジ又は両サイドのエッジに関してサンプリングする等価な出力同期回路を使用することもできる。

【0083】

フリップフロップTFF0及びTFF2は、ある種の範囲で選択的である。

【0084】

また、TFF0は、同期装置の外部に配置することができ、これにより、(図10における信号sDoutについても当てはまるように)sy_sckの同期ロジック領域のそれぞれの出力信号は、同じ特性、すなわち、sy_sckでクロックされ、bck_enでイネーブルされるフリップフロップから生じる特性を有していなければならない。

【0085】

TFF2は、オーディオインタフェース向けに使用される先の標準的なI/O特性が要求される場合にのみ必要とされる。TFF2が必要とされない場合、入力サンプリング及び出力変化は、クロックbckの同じタイプのエッジ、たとえば立ち上がりエッジにより影響を受ける。

【0086】

クロック選択ユニット104は、同期処理のために使用される、外部のビットクロックBCK又は内部のビットクロックbckのいずれかを選択する。内部クロック源が使用される場合、この同じクロックをBCKに出力することができ、又は出力しないこともできる。また、クロック選択ユニットは、通過する信号を反転する。

【0087】

入力/出力/クロック同期装置の組は、以下の構成からなる。

ビットクロックbckの同じタイプの「サンプル」エッジ(たとえば、立ち上がりエッジ)でクロックされる入力ステージRFF0及び出力ステージTFF1。反対のタイプの「出力」エッジでクロックされる第二の選択的な出力ステージTFF2。ビットクロックb

c k (C F F 0 , C F F 1) 及びデータ入力 D i n (R F F 1 , R F F 2) のための準安定「抑圧」回路、すなわち、少なくとも1つのフリップフロップが、S Y S _ c l k でクロックされ、かつ b c k _ e n でイネーブルされる s y s _ c l k 領域で動作し (R F F 3 及び T F F 0)、以下の特性を有している (フリップフロップ T F F 0 を用いることなしに、正確な値は図 1 0 における好適な実施の形態で適用される)。

【 0 0 8 8 】

a) b c k に対する D i n のセットアップ及びホールド間隔は、s y s _ c l k 特性とは独立に、R F F 0 により決定される。b) b c k の「出力エッジ」(たとえば、立下りエッジ)から D o u t までの伝播遅延は、(使用された場合には) T F F 2 又は(さもなければ) T F F 1 のクロックからデータ出力までの遅延により特徴付けられ、s y s _ c l k パラメータにより特徴付けられるものではない。c) 比 (s y s _ c l k 周波数) / (b c k 周波数) が 3 4 , よりも大きい限り、D i n と D o u t の間の2つの b c k サイクルのうちの有効な「同期装置の一定の遅延」(図 1 1 参照、T_d)が適用される。

10

【 0 0 8 9 】

この遅延は、s D o u t と s D i n が直接連動している場合 (一点破線) であって、T F F 0 フリップフロップが省略される場合に適用される。(T F F 0 のような) ループに挿入されるそれぞれの追加のフリップフロップは、別の b c k サイクルをこの遅延に加える。すなわち、システムクロックは、ビットクロックよりも有意に高くなければならないが、同期領域のためのロジックは、周波数の比とは独立に設計することができる。

20

【 0 0 9 0 】

準安定抑圧回路及びエッジ検出器の変形例が可能である。同じ信号の異なるクロックエッジに関してクロックすること、及び / 又は C F F 1 と C F F 2 のフリップフロップを1つのフリップフロップに結合することで、同じ準安定なエラーの確率を達成するために、最大の可能な s y s _ c l k 周波数を低下する代償として、要求される (s y s _ c l k 周波数) / (b c k 周波数) の比を減少することができる。図 1 0 における例示的な実現は、その周波数の比を約 “ 2 ” に低下するが、同じシステムクロックが使用された場合、準安定を決定するために利用可能な時間が要素 “ 2 ” を超える分だけ短縮される。

【 0 0 9 1 】

オーディオインタフェースのうちの幾つか (I 2 S インタフェースでは L R C K = 左右指示、A C 9 7 インタフェースでは S Y N C 、或いは通常のシリアル D S P インタフェース向けのワードストローブ) においてのみ必要とされ、存在する同期信号は、原則として、同期信号のエッジを有する、それぞれシリアル転送されるオーディオ (m チャンネル) サンプルのうちの最初のサンプル (又はある他のビット n) を示すものであって、D i n 及び D o u t 信号のように扱うことができる。同期信号を入力同期装置 (図 1 0 、 1 0 1) に入力すること、かかる同期信号を出力同期装置 (図 1 0 、 1 0 3) に出力することができる。これは、これらの同期信号は、データ信号と同じタイミング又は類似のタイミングを典型的に有しているためである (入力 が B C K の一方のエッジでサンプリングされ、出力が B C K の反対のエッジでサンプリングされる)。クロック同期装置は、ビットクロックのみに必要とされ、このビットクロックに同期される転送された全ての他の信号は、入力及び出力同期装置のセルにより処理される。

30

40

【 0 0 9 2 】

結果的に、データ入力信号に対する同期信号は、データ出力信号に対する同期信号と同様に、同期ロジックのために異なる遅延を受けないが、出力サイドに対する入力サイドは (データ出力に対する同期入力のように)、図 1 1 に D o u t に対する D i n のケースについて示されるように、遅延 T_d を受ける。

【 0 0 9 3 】

本発明のストリームユニット及び同期装置の効果は、以下に示される。チャンネル (F ビット) の置き換えを回避することができる。F L ビット関係、ドントケア出力同期信号、(P T S) ブロックのタイムスタンプが使用される、タイムド・スタートアップが実行可

50

能である、ブロックエラー処理をストリームユニットに組み込むことができる。

【0094】

より低い構成の複雑さ。これは、典型的な要求されるストリームユニットの数がプロトコルユニット/シフトユニットの数よりも少ないことによる。

【0095】

単一のソフトウェアによる実現が可能。これは、単一のストリームユニットでの実現及びオーディオデータと共にサイド情報を処理することによる。

【0096】

一定のビットクロック遅延を有する同期装置に関して、一方で、同期されるビットクロックよりも有意に高いシステムクロックが要求され、したがって、すべての同期ケース向けに適用することができない。しかし、このシステムクロックは、オーディオアプリケーション向けに適用することができる。これは、典型的なオーディオビットクロック周波数は、実際のIC技術向けに、及びある程度に現在のFPGA技術向けに適用できるシステムクロックよりも有意に低いためである。この一定のビットクロック遅延は、全ての比 $\text{sys_clk/bit_blk} > N$ について達成することができる。ここで、Nは選択された同期ロジックに依存する。

10

【図面の簡単な説明】

【0097】

【図1】本発明のデジタルオーディオインタフェースユニットに関する簡略化されたブロック図である。

20

【図2】IEC958サブフレームフォーマットを示す図である。

【図3】AC'97フォーマットフレームを示す図である。

【図4】ADATフォーマットフレームを示す図である。

【図5】I2Sフォーマットフレームを示す図である。

【図6】図1のブロック図のさらに詳細な図である。

【図7】チャンネルデコーダのブロック図である。

【図8】FIFO又はシステムメモリ(図示せず)における記憶のためのフォーマット例である。

【図9】ストリームユニットで使用されるカウンタ回路を示すブロック図である。

【図10】GPI/シンクロナイザユニットのブロック図である。

30

【図11】同期タイミングを説明するタイミングチャートである。

【図12】チャンネルエンコーダ/デコーダ及びストリームユニットのタイミングを説明するタイミングチャートである。

【符号の説明】

【0098】

11: チャンネルエンコーダユニット

12: チャンネルデコーダユニット

13: ストリームユニット

14: FIFO

15: バスインタフェース

40

16: クロックユニット

17: タイマーユニット

18, 19: レジスタファイル

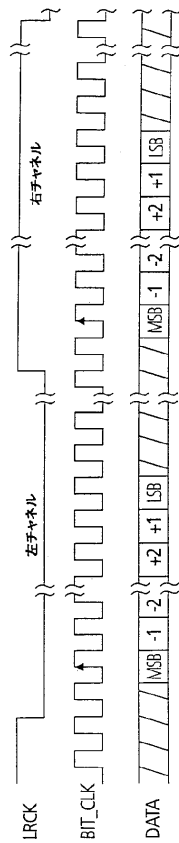
101: 入力同期回路

102: ビットクロック同期装置

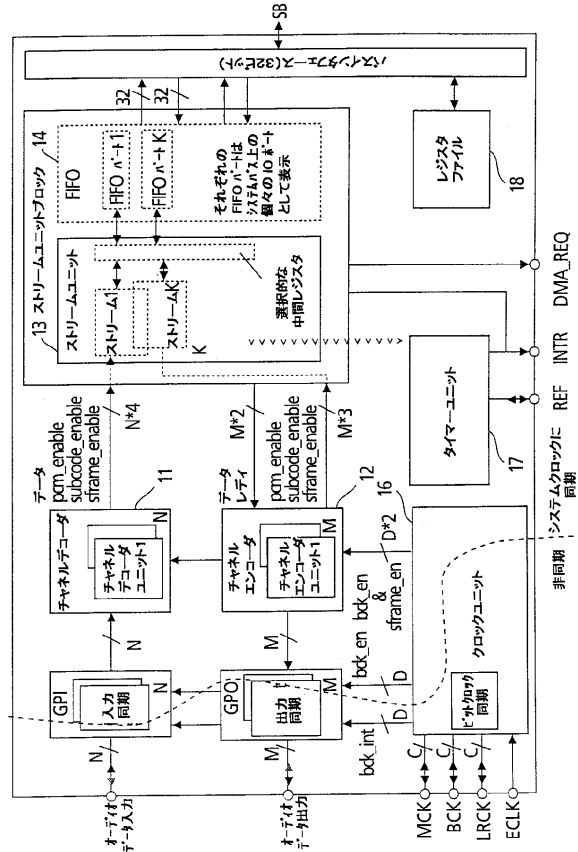
103: 出力同期回路

104: クロック選択ユニット

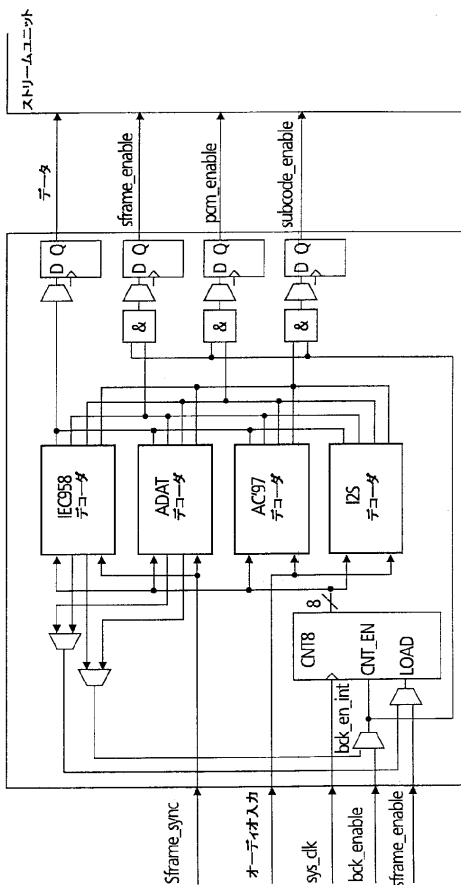
【図 5】



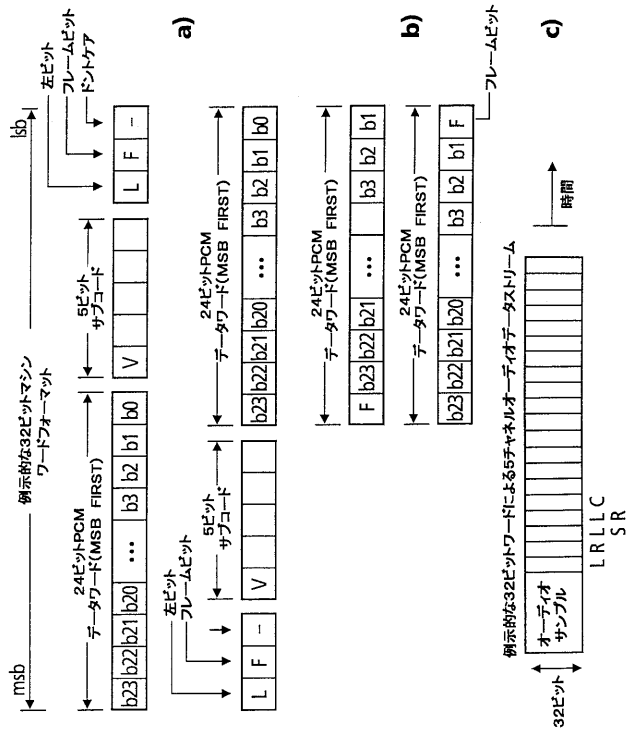
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 ウルリヒ シュライバー

ドイツ連邦共和国 3 0 8 2 7 ガルプゼン ライファイゼンシュトラーセ 7

(72)発明者 マルクス シュナイダー

ドイツ連邦共和国 3 0 1 5 9 ハノーヴァー ケストナーシュトラーセ 2 0

(72)発明者 ウルリヒ グリース

ドイツ連邦共和国 3 0 4 1 9 ハノーヴァー フリーデンナオアー・シュトラーセ 2 0 ベー

F ターム(参考) 5K034 AA05 CC05 DD01 HH61 PP01

5K047 AA11 DD01 GG43 LL06 MM26 MM38