

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7528217号
(P7528217)

(45)発行日 令和6年8月5日(2024.8.5)

(24)登録日 令和6年7月26日(2024.7.26)

(51)国際特許分類

G 0 6 F 13/38 (2006.01)

F I

G 0 6 F 13/38 3 1 0 B

請求項の数 20 (全14頁)

(21)出願番号	特願2022-534186(P2022-534186)	(73)特許権者	591016172
(86)(22)出願日	令和2年12月9日(2020.12.9)		アドバンスト・マイクロ・デバイス
(65)公表番号	特表2023-505783(P2023-505783 A)		・インコーポレイテッド
(43)公表日	令和5年2月13日(2023.2.13)		ADVANCED MICRO DEVI
(86)国際出願番号	PCT/US2020/063923		CES INCORPORATED
(87)国際公開番号	WO2021/119072		アメリカ合衆国 9 5 0 5 4 カリフォル
(87)国際公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)		ニア州、 サンタ クララ、オーガスティ
審査請求日	令和5年11月16日(2023.11.16)	(74)代理人	ン ドライブ 2 4 8 5
(31)優先権主張番号	16/713,472		100108833
(32)優先日	令和1年12月13日(2019.12.13)	(74)代理人	弁理士 早川 裕司
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100111615
早期審査対象出願			弁理士 佐野 良太
		(74)代理人	100162156
			弁理士 村雨 圭介
		(72)発明者	トッド マーティン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 G P Uパケット集約システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケット管理コンポーネントが、グラフィックス処理ユニット（G P U）のコマンドブ
ロセッサから、第1のコマンドのセットを示す第1の入力パケットを受信することと、
前記第1の入力パケットが送信条件を示さないことと判定したことに応じて、前記第1の入
力パケットに対応するデータを、前記パケット管理コンポーネントのパケットバッファ
ーに記憶された、以前に受信したパケットデータと共に自動的に集約することと、を含む、
方法。

【請求項2】

前記G P Uから受信したコマンドの第2のセットを示す第2の入力パケットを受信する
ことと、
前記第2の入力パケットが送信条件を示していると判定したことに応じて、集約データ
を出力パケットで計算ユニットに送信することと、
前記送信条件によって示される動作を行うことと、をさらに含む、
請求項1の方法。

【請求項3】

前記第1の入力パケットは第1の複数の描画インデックスを含み、前記以前に受信した
パケットデータは第2の複数の描画インデックスを含み、前記集約データは前記第1の複
数の描画インデックス及び前記第2の複数の描画インデックスを含む、
請求項2の方法。

【請求項 4】

前記出力パケットは、前記GPUの前記計算ユニットによって行われる動作のセットを含むウェーブフロントである、

請求項3の方法。

【請求項 5】

前記第2の入力パケットは、レジスタ状態更新、コンテキストスイッチ又はパイプラインフラッシュのうち少なくとも1つを示す、

請求項2の方法。

【請求項 6】

前記動作を行った後に、前記GPUから受信したコマンドの第3のセットを示す第3の入力パケットを受信することと、

10

前記パケットバッファにおいて前記第3の入力パケットに対応するデータを記憶することと、

タイムアウト条件が満たされていると検出したことに応じて、前記第3の入力パケットを第2の出力パケットで前記計算ユニットに送信することと、をさらに含む、

請求項2の方法。

【請求項 7】

前記動作を行った後に、前記GPUから受信したコマンドの第3のセットを示す第3の入力パケットを受信することと、

20

前記パケットバッファにおいて前記第3の入力パケットに対応するデータを記憶することと、

前記パケットバッファに記憶された第2の集約データの量が出力サイズ閾値を超えていると検出したことに応じて、前記第3の入力パケットを第2の出力パケットで前記計算ユニットに送信することと、をさらに含む、

請求項2の方法。

【請求項 8】

前記出力サイズ閾値は、ユーザーがプログラム可能である、

請求項7の方法。

【請求項 9】

グラフィクス処理ユニット（GPU）であって、

30

前記GPUから受信したコマンドを示す入力パケットを送信するように構成されたコマンドプロセッサと、

パケット管理コンポーネントと、を備え、

前記パケット管理コンポーネントは、

前記コマンドプロセッサから受信した前記入力パケットに対応するデータを記憶するように構成されたパケットバッファと、

パケット集約コンポーネントと、を備え、

前記パケット集約コンポーネントは、

着信する第1の入力パケットの状態情報を識別することと、

前記状態情報が集約状態を示していることに応じて、前記第1の入力パケットに対応するデータを、前記パケットバッファに記憶された第2の入力パケットに対応するデータと共に集約することと、

40

前記状態情報が送信条件を示していることに応じて、計算ユニットによって処理するために出力パケットを送信することであって、前記出力パケットは、前記パケットバッファに記憶された集約データを含む、ことと、

を行うように構成されている、

グラフィクス処理ユニット（GPU）。

【請求項 10】

前記パケット集約コンポーネントは、前記第2の入力パケットに対応する前記データの少なくとも一部を記憶している時間がタイムアウト閾値を超えていることに応じて、前記

50

出力パケットを送信させるように構成されたタイムアウト検出コンポーネントを備える、
請求項 9 の G P U。

【請求項 1 1】

前記タイムアウト閾値は、ユーザーによって指定される、
請求項 1 0 の G P U。

【請求項 1 2】

前記出力パケットは、ウェーブフロントである、
請求項 9 の G P U。

【請求項 1 3】

前記集約データは、前記第 1 の入力パケットの一部及び前記第 2 の入力パケットの一部
を含む、
請求項 9 の G P U。

10

【請求項 1 4】

前記集約データは、前記第 1 の入力パケット及び前記第 2 の入力パケットを含む、
請求項 9 の G P U。

【請求項 1 5】

パケット管理コンポーネントが、グラフィックス処理ユニット（G P U）から受信した
第 1 のコマンドのセットを示す第 1 の入力パケットをコマンドプロセッサから受信すること
と、

前記パケット管理コンポーネントのパケットバッファにおいて、前記第 1 の入力パケ
ットに対応するデータを記憶することと、

20

前記 G P U から受信したコマンドの第 2 のセットを示す第 2 の入力パケットを受信する
ことと、

出力条件が満たされていないと判定したことに応じて、前記第 2 の入力パケットに対応
するデータを、前記第 1 の入力パケットに対応する前記データと共に自動的に集約するこ
とと、

出力条件が満たされていると判定したことに応じて、集約データを 1 つ以上の出力パケ
ットで 1 つ以上の計算ユニットに送信することと、を含む、

方法。

【請求項 1 6】

30

前記出力条件が満たされていると判定することは、前記パケットバッファに記憶され
た前記集約データの量が出力サイズ閾値を超えていると判定したことに応じて行われる、
請求項 1 5 の方法。

【請求項 1 7】

前記出力条件が満たされていると判定することは、第 3 の入力パケットが送信条件を示
していると判定することを含む、

請求項 1 5 の方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 の入力パケットを受信したことに応じて、前記パケット管理コンポーネントの
タイムアウト検出コンポーネントにおいてパケットストレージタイマーを開始することを
さらに含む、

40

請求項 1 5 の方法。

【請求項 1 9】

前記出力条件が満たされていると判定することは、前記パケットストレージタイマーが
タイムアウト閾値を超えていると判定することを含む、

請求項 1 8 の方法。

【請求項 2 0】

前記タイムアウト閾値は、ユーザーによって指定される、
請求項 1 9 の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【背景技術】

【0001】

多くの場合、プロセッサは、計算ユニット（ＣＵ）と呼ばれる複数のモジュールを使用して、動作を並行して実行する。例えば、プロセッサは、グラフィックス処理ユニット（ＧＰＵ）を使用して、様々な画像処理又は他の汎用処理アプリケーションを実行する。これらの動作の効率的な実行をサポートするために、ＧＰＵは、動作を並行して実行するための複数のＣＵを含む。しかしながら、場合によっては、これらの動作を行うために使用されるデータの通信によって、プロセッサの全体的効率に影響を与える。例えば、場合によっては、グラフィックス処理動作及びベクトル処理動作のインデックスが、バス等の通信ファブリックを介してＣＵに送信される。状況によっては、これらのデータ転送をサポートする通信トラフィックが、通信ファブリックの使用可能な帯域幅の大部分を不必要に消費するため、ＧＰＵの全体的な処理効率が低下する。

10

【0002】

本開示は、添付図面を参照することによってより良好に理解され、その多くの特徴及び利点が当業者に明らかになる。異なる図面で同じ符号が使用される場合、類似又は同一のアイテムを示す。

【図面の簡単な説明】

【0003】

【図１】いくつかの実施形態による、データを入力パケットから自動的に集約するハードウェアを含むグラフィックス処理ユニットのブロック図である。

20

【図２】いくつかの実施形態による、データを入力パケットから集約する方法を示すフロー図である。

【図３】いくつかの実施形態による、入力パケット及び出力パケットの例示的なタイムラインを処理する例示的なパケット管理コンポーネントを示すブロック図である。

【図４】いくつかの実施形態による、インデックスを入力パケットから集約して、出力パケットのインデックスを送信する、例示的なパケット管理コンポーネントを示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0004】

本明細書で説明するように、様々な実施形態では、グラフィックス処理ユニット（ＧＰＵ）等の処理ユニットのパケット集約システムのパケット管理コンポーネントは、出力ウェーブフロント（wavefront）が出力サイズ閾値よりも小さいと検出したことに応じて、データを着信パケットから集約する。送信条件（例えば、着信パケットがコンテキストスイッチを示す、又は、データが特定の時間にわたってパケット管理コンポーネントに保存又は保持されていることを示す）又は他の出力条件を検出したことに応じて、パケット管理コンポーネントは、集約データをウェーブフロントとして出力する。その結果、データが集約されていないシステムと比較して、通信インフラストラクチャがより効率的に使用される。さらに、場合によっては、入力パケットの数及びソフトウェア処理によるタイムラグのために、ソフトウェアシステム（例えば、ドライバ）がタイムリーに出力条件を検出することは困難である。説明する実施形態では、説明するシステムが、入力パケットが受信される場合にハードウェアレベルで出力条件を検出するので、ソフトウェアドライバがデータを集約するシステムと比較して、システムは出力条件をより容易に検出する。

30

40

【0005】

ＣＰＵ及び他のマルチスレッド処理ユニットは、通常、複数のデータセットで命令又は動作のセットを同時に実行する複数の処理要素（プロセッサコア又は計算ユニットとも呼ばれる）を実装する。命令又は動作のセットはスレッドと呼ばれる。スレッドの動作及びプログラムデータは、パケットと呼ばれる通信を介してコマンドプロセッサによって処理要素に送信される。グラフィックスシステム等のいくつかの実施形態では、パケットは、ウェーブフロントと呼ばれるグラフィックデータの集合である。

【0006】

50

場合によっては、ウェーブフロント（又は他のパケット）の通信はハードウェア的に非効率的である。例えば、プログラムが、それぞれが、わずかのインデックス（例えば、1つ又は5つのインデックス）を有する多くのウェーブフロント（例えば、描画）を必要とする場合、結果として得られるウェーブフロントは、それぞれ、より多くのインデックス（例えば、32ワイドのインフラストラクチャ又は256ワイドの通信インフラストラクチャ）を含む、ウェーブフロントを送信するように設計された通信インフラストラクチャの利用が非効率になる。様々な実施形態では、インデックスは、頂点座標の位置を提供するユーザーによって生成された値を指す。場合によっては、着信パケットは単一のウェーブフロントで通信できるデータよりも多くのデータを含むが、通信インフラストラクチャを効率的に使用するには、パケットに基づいて生成された最後のウェーブフロントには十分なデータがない。さらに、場合によっては、ソフトウェアドライバを使用してウェーブフロントデータを集約する場合、ウェーブフロントの量が原因で、ソフトウェアが出力条件（例えば、レジスタ状態の更新、パイプラインフラッシュ、又はコンテキストスイッチ）を検出することは困難である。

【0007】

図1は、いくつかの実施形態による、データを入力パケットから自動的に集約するハードウェアを含むグラフィックス処理ユニット（GPU）100のブロック図である。図示した実施形態では、GPU100は、コマンドプロセッサ102と、パケット管理コンポーネント104と、計算ユニット106と、を含む。パケット管理コンポーネント104は、パケットバッファ110と、パケット集約コンポーネント112と、出力条件検出コンポーネント114と、を含む。出力条件検出コンポーネント114は、送信条件検出コンポーネント120及びタイムアウト検出コンポーネント122を含む。しかしながら、他の実施形態では、他の構造配列（例えば、追加のコンポーネント又は少数のコンポーネント）が想到される。例えば、いくつかの実施形態では、送信条件検出コンポーネント120は、タイムアウト検出コンポーネント122を含む。他の実施形態では、タイムアウト検出コンポーネント122は、出力条件検出コンポーネント114から分離される。さらに、明確にする理由で単一の計算ユニット106だけが示されているが、様々な実施形態では、GPU100は複数の計算ユニットを含む。

【0008】

いくつかの実施形態では、GPU100は、デスクトップコンピュータ又はラップトップコンピュータ、サーバー、スマートフォン、タブレット、ゲーム機、又は、他の電子デバイス等のデバイスの一部である。デバイスは、様々なコマンド又は命令（例えば、描画コマンド）をGPU100に送信する中央処理装置（CPU）を含む。

【0009】

図示した実施形態では、GPU100は様々な動作を実行する。これらの動作は、処理するデータと呼び出すプログラム呼び出しを含む。結果として、コマンドプロセッサ102は、様々な入力パケット130をパケット管理コンポーネント104に送信し、ここで、入力パケットは、プログラム呼び出しに基づいて、GPU100からの様々なコマンドのセットを示す。様々な実施形態では、入力パケット130は、描画インデックス又は送信条件の指標（例えば、パケット管理コンポーネント104にデータを1つ以上の計算ユニットに出力させるイベントの指標）を含む様々なタイプのデータを含む。いくつかの実施形態では、入力パケット130は、一定期間にわたって連続的に送信される。パケット管理コンポーネントは、入力パケット130からのデータに基づいて、出力パケット132を生成する。出力パケットが出力サイズ閾値よりも小さいことに応じて（例えば、入力パケットが出力サイズ閾値のパケットを生成するために使用される量より少ないデータを含むため、又は、入力パケットが複数の出力パケットが生成されたデータを十分に含み、最後の出力パケットが出力サイズ閾値よりも小さいため）、パケット管理コンポーネント104は、入力パケット130の1つ以上の入力パケットに対応するデータを保持及び集約して、集約データを出力パケット132として、計算ユニット106等の1つ以上の計算ユニットに出力する。いくつかの実施形態では、出力パケット132は複数の計算ユニ

10

20

30

40

50

ットのそれぞれに送信される、又は、異なる出力パケットは各々の計算ユニットに送信される。いくつかの実施形態では、集約された出力パケットは、それが集約された出力パケットに含まれる最初に受信された入力パケットであるかのように送信される（例えば、最初に受信された入力パケットに対応する様々なヘッダー及び他のデータを含む）。他の実施形態では、集約された出力パケットは、それが受信された異なる入力パケットであるかのように送信される、集約された出力パケットは受信された複数の入力パケットを示す、又は、集約された出力パケットは受信された入力パケットの何れも示さない。

【0010】

より具体的には、入力パケット130のうち1つ以上を受信したことに応じて、パケット管理コンポーネント104は、受信された入力パケットを分析する。送信条件検出コンポーネント120に基づいて、入力パケットが送信条件を示さないと検出したことに応じて、パケット管理コンポーネント104は、パケット集約コンポーネント112を使用して、パケットバッファ110の入力パケットに対応するデータを集約する。例えば、パケット集約コンポーネント112は、着信入力パケットに対応するデータを、パケットバッファ110に以前に記憶されたデータと一緒に集約する。いくつかの実施形態では、データは入力パケットの全部である。他の実施形態では、データは、入力パケットの一部、入力パケットによって示されるデータ（例えば、入力パケットによって示される1つ以上の計算の結果として生成されるデータ）、又は、それら両方である。送信条件検出コンポーネント120を使用して、入力パケットが送信条件を示していると検出したことに応じて、パケット管理コンポーネント104は、集約データを、出力パケット132の計算ユニット106等の1つ以上の計算ユニットに送信する。したがって、出力パケットが各入力パケットに対して送信されるシステムと比較して、より少ない出力パケット132が計算ユニット106に送信される。いくつかの実施形態では、入力パケット130は、描画コマンドのインデックスであり、出力パケット132は、入力パケット130の複数の入力パケットに対応するインデックスを含むウェブフロントである。いくつかの実施形態では、送信条件検出コンポーネント120は、出力パケットが出力サイズ閾値よりも小さいと検出したことに応じて、入力パケットが送信条件を示すかどうかだけを判定する。他の実施形態では、送信条件検出コンポーネント120は、出力パケットが出力サイズ閾値よりも小さいかどうかを検出することに並行して、様々な送信条件を検出する。

【0011】

パケット管理コンポーネント104に出力パケット132を計算ユニット106に送信させる様々な出力条件が想到される。いくつかの実施形態では、出力条件は、送信条件（例えば、着信パケットによって示される条件）、タイムアウト条件、及び、サイズ条件を含む。したがって、出力条件検出コンポーネント114は、様々な出力条件を検出するためのバッファ及び読み取りイネーブルロジック等の様々なハードウェアを含む。図示した実施形態では、いくつかの出力条件は、入力パケット130の入力パケットによって示される送信条件である。いくつかの例を提供するために、場合によっては、入力パケットの状態情報がレジスタ状態の更新（例えば、描画トポロジを指定するパケット、描画ワークロードの分散を制御するパケット、又は、インデックスタイプのビット数を指定するパケット）、又は、イベント（例えば、パイプラインフラッシュ（例えば、誤った分岐予測によりパイプラインの命令が削除されるプロセス）、又は、コンテキストスイッチ（2つのアプリケーション、タスク、又は、プログラム間のスイッチ））を示す。さらに、場合によっては、出力条件は、描画ソースを変更すること（例えば、ダイレクトメモリアクセスから自動インデックスへの変更、又は、逆の場合も同様）、仮想現実制御フィールドを変更すること、又は、描画間のインデックスサイズを変更することを含む。しかしながら、他の様々な手段によって検出された条件を含む他の出力条件も同様に想到される。

【0012】

場合によっては、出力条件は、タイムアウト検出コンポーネント122のパケットストレージタイマーがタイムアウト閾値を超えていることを示すタイムアウト検出コンポーネント122を含む。例えば、いくつかの実施形態では、パケットストレージタイマーは、

10

20

30

40

50

少なくともいくつかのデータがパケットバッファ１１０に記憶されている時間を追跡する（例えば、最も長く記憶されたデータを追跡する）。時間がタイムアウト閾値（例えば、５０クロックサイクル又は１マイクロ秒）を超えていることに応じて、タイムアウト検出コンポーネント１２２は出力条件を示す。場合によっては、タイムアウト閾値はユーザー指定である。他の場合、タイムアウト閾値は、GPU１００で起動しているアプリケーション等の別のエンティティによって指定される。

【００１３】

場合によっては、パケットバッファ１１０に記憶又は保持されるデータは、パケット管理コンポーネント１０４と計算ユニット１０６との間の通信インフラストラクチャの容量を超える。したがって、出力パケットは通信インフラストラクチャを効率的に利用し得る。したがって、いくつかの実施形態では、出力条件は、パケットバッファ１１０に記憶された集約データの量が出力サイズ閾値を超えていると判定することを含む。いくつかの実施形態では、出力サイズ閾値はユーザー指定である。いくつかの実施形態では、出力サイズ閾値は、出力パケット１３２を計算ユニット１０６に送信するために使用される通信インフラストラクチャのサイズに対応する。説明するために、通信インフラストラクチャが３２ビットである場合、パケットバッファが３１を超えるインデックスを記憶していることを検出すると、出力条件検出コンポーネント１１４に、出力条件が満たされていることを示させる。

【００１４】

入力パケット１３０のデータを集約する様々な方法が想到される。例えば、一実施形態では、パケット集約コンポーネント１１２は、パケットバッファ１１０に、各々のデリミターによって分離された入力パケット１３０のデータを記憶させる。別の例として、別の実施形態では、入力パケット１３０のデータを集約することは、入力パケット１３０の各々の入力パケットに対応するアドレスを示すために、パケットバッファ１１０に記憶されたヘッダーファイルを更新することを含む。いくつかの実施形態では、入力パケット１３０は、全体として、パケットバッファ１１０に記憶される、又は、そうであれば保持される。他の実施形態では、入力パケット１３０の一部だけが、パケットバッファ１１０に記憶される、又は、そうであれば保持される。

【００１５】

したがって、パケット（例えば、描画インデックス）がハードウェアコンポーネントによって自動的に（例えば、パケットに関する特定のソフトウェア命令なしで）集約されるシステムが開示される。いくつかの実施形態では、システムは、ソフトウェア管理を行わないでパケットを集約する。さらに、システムは様々な出力条件（例えば、レジスタ状態の更新及びイベント）を検出し、出力条件に応じて集約されたパケットを送信する。システムは、出力条件を自動的に検出することによって、ソフトウェアの介入又はレガシーソフトウェアの再設計を要求することなく、効率的なパケット集約をサポートする。

【００１６】

図２は、いくつかの実施形態による、データを入力パケットから集約する方法２００を示すフロー図である。方法２００は、いくつかの実施形態では、図１のGPU１００のパケット管理コンポーネント１０４によって実施される。いくつかの実施形態では、方法２００は、コンピュータ可読記憶媒体によって記憶された１つ以上の命令に応じて、１つ以上のプロセッサによって開始される。

【００１７】

２０２において、方法２００は、コマンドプロセッサからの入力パケットを受信することを含む。例えば、場合によっては、パケット管理コンポーネント１０４は、入力パケット１３０をコマンドプロセッサ１０２から受信する。

【００１８】

２０４において、方法２００は、入力パケットが送信条件を示すかどうかを判定することを含む。例えば、場合によっては、パケット管理コンポーネント１０４は、受信された入力パケット１３０が（例えば、状態情報によって）送信条件（例えば、レジスタ状態更

10

20

30

40

50

新又はイベント)を示すかどうかを判定する。入力パケットが送信条件を示していると判定したことに応じて、方法200は216に進む。入力パケットが送信条件を示さないと判定したことに応じて、方法200は206に進む。

【0019】

206において、入力パケットが送信条件を示さないと判定したことに応じて、方法200は、出力パケットが開いているかどうかを判定することを含む。例えば、場合によっては、パケット管理コンポーネント104は、パケットバッファ110がオープン出力パケットを含むかどうかを判定する。出力パケットが開いていると判定したことに応じて、方法200は210に進む。開いている出力パケットがないと判定したことに応じて、方法200は208に進む。

10

【0020】

208において、開いている出力パケットがないと判定したことに応じて、方法200は、新しい出力パケットを生成することを含む。例えば、場合によっては、パケット管理コンポーネント104は、パケットバッファ110で新しい出力パケットを生成する。

【0021】

210において、出力パケットが開いていると判定したことに応じて、又は、新しい出力パケットの生成に続いて、方法200は、入力パケットのコンテンツを出力パケットに追加することを含む。例えば、場合によっては、パケット管理コンポーネント104は、パケットバッファ110において、入力パケット130に対応するデータを、以前に記憶された又はそうでなければ保持された1つ以上の入力パケットに対応するデータと一緒に集約する。別の例として、場合によっては、パケット管理コンポーネント104は、入力パケット130に対応するデータを、パケットバッファ110で新しく生成された出力パケットに追加する。

20

【0022】

212において、入力パケットのコンテンツを出力パケットに追加した後、又は、着信入力パケットの指標がないことに応じて、方法200は、タイムアウト条件が満たされているかどうかを判定することを含む。例えば、場合によっては、タイムアウト検出コンポーネント122は、出力パケットの少なくとも一部がパケットバッファ110に記憶されている、又は、そうでなければ保持された時間を示すタイムアウトストレージトラッカーをチェックする。タイムアウトストレージトラッカーがタイムアウト閾値を超えていることに応じて、タイムアウト検出コンポーネント122は、タイムアウト条件が満たされていると判定する。タイムアウト条件を満たしていると判定したことに応じて、方法200は216に進む。タイムアウトストレージトラッカーがタイムアウト閾値を超えていないことに応じて、タイムアウト検出コンポーネント122は、タイムアウト条件が満たされていないと判定する。タイムアウト条件を満たしていないと判定したことに応じて、方法200は214に進む。いくつかの実施形態では、212は、さらに、出力パケットのサイズが出力サイズ閾値を超えているかどうかを判定することを含み、出力パケットのサイズが出力サイズ閾値を超えていると判定したことに応じて、216に進む。いくつかの実施形態では、出力パケットのサイズが出力サイズ閾値を超えていると判定することと、216に進むことは、例えば、202~204を含む方法200の他の部分において追加で又は代わりに行われる。

30

40

【0023】

214において、タイムアウト条件を満たしていないと判定したことに応じて、又は出力パケットを送信して、送信条件が示された場合、送信条件を行った後、方法200は、着信入力パケットを示すかどうかを判定することを含む。例えば、場合によっては、パケット管理コンポーネント104は、コマンドプロセッサ102が入力パケットを送信しているかどうかを判定する。着信入力パケットを検出したことに応じて、方法200は202に進む。入力パケットを検出しなかったことに応じて、方法200は212に進む。

【0024】

216において、入力パケットが送信条件を示していると判定したことに応じて、又は

50

、タイムアウト条件を満たしていると判定したことに応じて、方法200は、出力パケットを計算ユニットに送信することを含む。例えば、場合によっては、入力パケット130が送信条件を示していることに応じて、パケット管理コンポーネント104は、出力パケットを閉じ、出力パケットを出力パケット132として計算ユニット106に送信する。別の例として、場合によっては、タイムアウト検出コンポーネント122が、タイムアウト条件を満たしていると検出したことに応じて、パケット管理コンポーネント104は、出力パケットを閉じ、出力パケットを出力パケット132として計算ユニット106に送信する。

【0025】

218において、出力パケットを計算ユニット106に送信した後、方法200は、（例えば、204において）送信条件が示された場合、送信条件を行うことを含む。例えば、入力パケット130が送信条件を示していることに応じて、パケット管理コンポーネント104は、出力パケット132を計算ユニット106に送信して、次に、示された送信条件を行う。したがって、入力パケットからデータを集約する方法が示される。

【0026】

図3は、いくつかの実施形態による、入力パケット及び出力パケットを処理する例示的なパケット管理コンポーネントを示すタイムライン300を示すブロック図である。図示した例では、入力パケット302～312及び316は、パケット管理コンポーネント（例えば、パケット管理コンポーネント104）で受信される。さらに、イベント314はパケット管理コンポーネントで検出される。

【0027】

説明するために、入力パケット302を受信したことに応じて、新しい出力パケットを生成し、入力パケット302によって示される描画データ（描画1）は出力パケットに追加される。入力パケット304及び306を受信したことに応じて、入力パケット304及び306によって示される描画データ（描画2及び描画3）は、入力パケット302によって示される描画データと一緒に集約される。入力パケット308は、コンテキストスイッチ（送信条件）を示す。図示した例では、入力パケット308は、入力パケット302～306が、その後受信される入力パケット310及び312とは異なるコンテキストに対応することを示す。したがって、送信条件を検出したことに応じて、入力パケット302～306によって示される描画データを含む出力パケットが送信され、次に、コンテキストスイッチを行う。入力パケット310を受信したことに応じて、新しい出力パケットを生成し、入力パケット310によって示される描画データ（描画4）は出力パケットに追加される。入力パケット312を受信したことに応じて、入力パケット312によって示される描画データ（描画5）は出力パケットに追加される。図示した例では、314において、パッケージストレージタイマーが、出力パケットのデータ（例えば、入力パケット310によって示される描画データ）の少なくとも一部が、タイムアウト閾値よりも長く記憶されていることが示されることを、タイムアウト検出コンポーネントが検出する。したがって、イベント314において、タイムアウト条件が満たされ、入力パケット310及び312によって示される描画データを含む出力パケットが送信される。入力パケット316を受信したことに応じて、新しい出力パケットを生成し、入力パケット316によって示される描画データ（描画6）は出力パケットに追加される。したがって、入力パケット及び出力パケットのタイムライン300の例が示される。

【0028】

図4は、いくつかの実施形態による、パケットバッファ110を含むパケット管理コンポーネント104を含む例示的なGPU400を示すブロック図である。この例では、パケット管理コンポーネント104は、インデックス410～414を、パケットバッファ110に入力パケット402～406から集約する。結果として、インデックス410～414は、パケットバッファ110と一緒に集約及び記憶される。この例では、入力パケット408からのレジスタ状態更新指標416に応じて、パケット管理コンポーネント104は、出力パケット420にインデックス410～414を送信する。いくつか

10

20

30

40

50

の実施形態では、入力パケット402～408は図1の入力パケット130に対応し、出力パケット420は図1の出力パケット132に対応する。

【0029】

本明細書に開示されるように、いくつかの実施形態では、本方法は、グラフィックス処理ユニット（GPU）のコマンドプロセッサから、パケット管理コンポーネントによって、第1のコマンドのセットを示す第1の入力パケットを受信することと、第1の入力パケットが送信条件を示さないと判定したことに応じて、第1の入力パケットに対応するデータを、パケット管理コンポーネントのパケットバッファに記憶された以前に受信したパケットデータと一緒に自動的に集約することと、を含む。一態様では、本方法は、GPUから受信されたコマンドの第2のセットを示す第2の入力パケットを受信することと、第2の入力パケットが送信条件を示していると判定したことに応じて、集約データを出力パケットの計算ユニットに送信することと、送信条件によって示される動作を行うことと、を含む。別の態様では、第1の入力パケットは第1の複数の描画インデックスを含み、以前に受信したパケットデータは第2の複数の描画インデックスを含み、集約データは第1の複数の描画インデックス及び第2の複数の描画インデックスを含む。

【0030】

一態様では、出力パケットは、GPUの計算ユニットによって行われる動作のセットを含むウェーブフロントである。別の態様では、第2の入力パケットは、レジスタ状態の更新、コンテキストスイッチ、又は、パイプラインフラッシュのうち少なくとも1つを示す。別の態様では、本方法は、動作の実行後、GPUから受信されたコマンドの第3のセットを示す第3の入力パケットを受信することと、パケットバッファにおいて第3の入力パケットに対応するデータを記憶することと、タイムアウト条件が満たされていると検出したことに応じて、第3の入力パケットを第2の出力パケットの計算ユニットに送信することと、を含む。さらに別の態様では、本方法は、動作の実行後、GPUから受信されたコマンドの第3のセットを示す第3の入力パケットを受信することと、パケットバッファにおいて第3の入力パケットに対応するデータを記憶することと、パケットバッファに記憶された第2の集約データの量が出力サイズ閾値を超えていると検出したことに応じて、第3の入力パケットを第2の出力パケットの計算ユニットに送信することと、を含む。また別の態様では、出力サイズ閾値はユーザープログラマブルである。

【0031】

いくつかの実施形態では、グラフィックス処理ユニット（GPU）は、GPUから受信されたコマンドを示す入力パケットを送信するように構成されたコマンドプロセッサと、パケット管理コンポーネントと、を含み、パケット管理コンポーネントは、コマンドプロセッサから受信された入力パケットに対応するデータを記憶するように構成されたパケットバッファと、パケット集約コンポーネントと、を含み、パケット集約コンポーネントは、着信する第1の入力パケットの状態情報を識別することと、状態情報が集約状態を示していることに応じて、第1の入力パケットに対応するデータを、パケットバッファに記憶された第2の入力パケットに対応するデータと一緒に集約することと、状態情報が送信条件を示していることに応じて、計算ユニットによって処理するために出力パケットを送信することと、を含む。一態様では、パケット集約コンポーネントは、第2の入力パケットに対応するデータの少なくとも一部を記憶している時間が、タイムアウト閾値を超えていることに応じて、出力パケットを送信させるように構成されたタイムアウト検出コンポーネントを含む。別の態様では、タイムアウト閾値はユーザー指定である。

【0032】

一態様では、出力パケットはウェーブフロントである。別の態様では、集約データは、第1の入力パケットの一部及び第2の入力パケットの一部を含む。別の態様では、集約データは、第1の入力パケット及び第2の入力パケットを含む。

【0033】

いくつかの実施形態では、本方法は、コマンドプロセッサから、パケット管理コンポーネントによって、グラフィックス処理ユニット（GPU）から受信された第1のコマンドのセットを示す第1の入力パケットを受信することと、パケット管理コンポーネントのパケットバッファにおいて、第1の入力パケットに対応するデータを記憶することと、GPUから受信されたコマンドの第2のセットを示す第2の入力パケットを受信することと、出力条件が満たされていないと判定したことに応じて、第2の入力パケットに対応するデータを、第1の入力パケットに対応するデータと一緒に自動的に集約することと、出力条件が満たされていると判定したことに応じて、集約データを1つ以上の出力パケットの1つ以上の計算ユニットに送信することと、を含む。一態様では、出力条件が満たされていると判定することは、パケットバッファに記憶された集約データの量が出力サイズ閾値を超えていると判定したことに応じて行われる。

10

【0034】

一態様では、出力条件が満たされていると判定することは、第3の入力パケットが送信条件を示していると判定することを含む。別の態様では、本方法は、第1の入力パケットを受信したことに応じて、パケット管理コンポーネントのタイムアウト検出コンポーネントで、パケットストレージタイマーを開始することを含む。一態様では、出力条件が満たされていると判定することは、パケットストレージタイマーがタイムアウト閾値を超えていると判定することを含む。別の態様では、タイムアウト閾値はユーザー指定である。

【0035】

コンピュータ可読記憶媒体は、命令及び／又はデータをコンピュータシステムに提供するために、使用中にコンピュータシステムによってアクセス可能な任意の非一時的な記憶媒体又は非一時的な記憶媒体の組み合わせを含む。このような記憶媒体には、限定されないが、光学媒体（例えば、コンパクトディスク（CD）、デジタル多用途ディスク（DVD）、ブルーレイ（登録商標）ディスク）、磁気媒体（例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気テープ、磁気ハードドライブ）、揮発性メモリ（例えば、ランダムアクセスメモリ（RAM）若しくはキャッシュ）、不揮発性メモリ（例えば、読取専用メモリ（ROM）若しくはフラッシュメモリ）、又は、微小電気機械システム（MEMS）ベースの記憶媒体が含まれ得る。コンピュータ可読記憶媒体（例えば、システムRAM又はROM）はコンピューティングシステムに内蔵されてもよいし、コンピュータ可読記憶媒体（例えば、磁気ハードドライブ）はコンピューティングシステムに固定的に取り付けられてもよいし、コンピュータ可読記憶媒体（例えば、光学ディスク又はユニバーサルシリアルバス（USB）ベースのフラッシュメモリ）はコンピューティングシステムに着脱可能に取り付けられてもよいし、コンピュータ可読記憶媒体（例えば、ネットワークアクセス可能ストレージ（NAS））は有線又は無線ネットワークを介してコンピュータシステムに結合されてもよい。

20

30

【0036】

いくつかの実施形態では、上記の技術の特定の態様は、ソフトウェアを実行する処理システムの1つ以上のプロセッサによって実施されてもよい。ソフトウェアは、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶され、又は、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体上で有形に具現化された実行可能命令の1つ以上のセットを含む。ソフトウェアは、1つ以上のプロセッサによって実行されると、上記の技術の1つ以上の態様を実行するように1つ以上のプロセッサを操作する命令及び特定のデータを含むことができる。非一時的なコンピュータ可読記憶媒体は、例えば、磁気若しくは光ディスク記憶デバイス、例えばフラッシュメモリ、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ（RAM）等のソリッドステート記憶デバイス、又は、他の1つ以上の不揮発性メモリデバイス等を含むことができる。非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶された実行可能命令は、ソースコード、アセンブリ言語コード、オブジェクトコード、又は、1つ以上のプロセッサによって解釈若しくは実行可能な他の命令フォーマットであってもよい。

40

【0037】

上述したものに加えて、概要説明において説明した全てのアクティビティ又は要素が必

50

要とされているわけではなく、特定のアクティビティ又はデバイスの一部が必要とされない場合があり、1つ以上のさらなるアクティビティが実行される場合があり、1つ以上のさらなる要素が含まれる場合があることに留意されたい。さらに、アクティビティが列挙された順序は、必ずしもそれらが実行される順序ではない。また、概念は、特定の実施形態を参照して説明された。しかしながら、当業者であれば、特許請求の範囲に記載されているような本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更及び変形を行うことができるのを理解するであろう。したがって、明細書及び図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味で考慮されるべきであり、これらの変更形態の全ては、本発明の範囲内に含まれることが意図される。

【0038】

利益、他の利点及び問題に対する解決手段を、特定の実施形態に関して上述した。しかし、利益、利点、問題に対する解決手段、及び、何かしらの利益、利点若しくは解決手段が発生又は顕在化する可能性のある特徴は、何れか若しくは全ての請求項に重要な、必須の、又は、不可欠な特徴と解釈されない。さらに、開示された発明は、本明細書の教示の利益を有する当業者には明らかな方法であって、異なっているが同様の方法で修正され実施され得ることから、上述した特定の実施形態は例示にすぎない。添付の特許請求の範囲に記載されている以外に本明細書に示されている構成又は設計の詳細については限定がない。したがって、上述した特定の実施形態は、変更又は修正されてもよく、かかる変更形態の全ては、開示された発明の範囲内にあると考えられることが明らかである。したがって、ここで要求される保護は、添付の特許請求の範囲に記載されている。

10

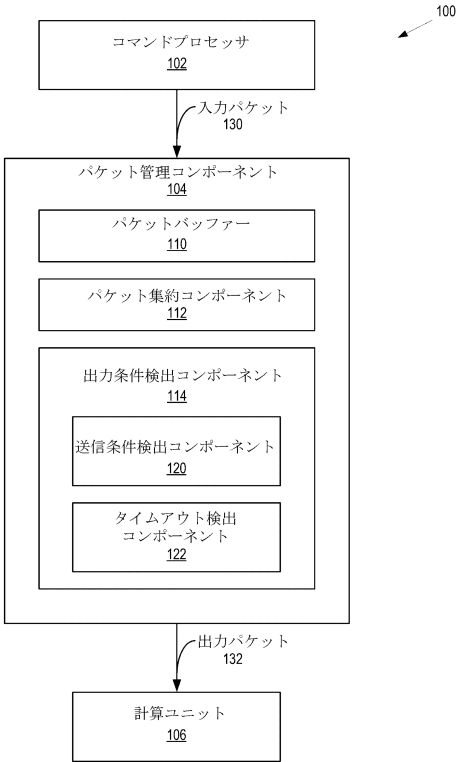
20

30

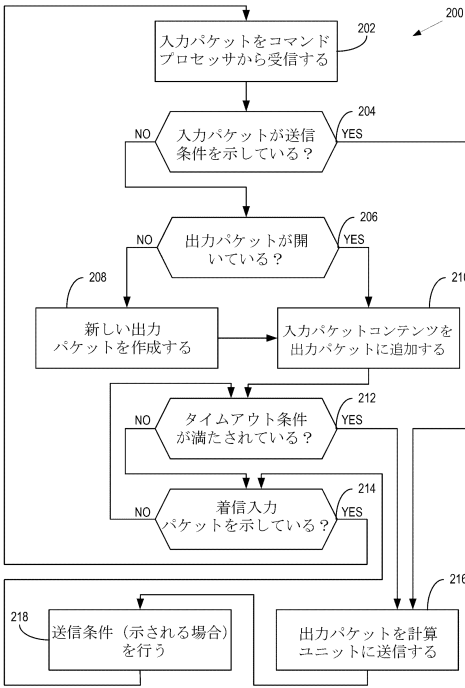
40

50

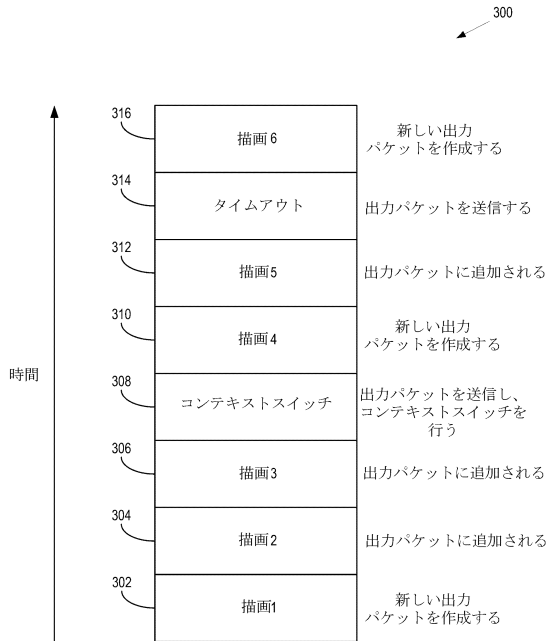
【図面】
【図 1】



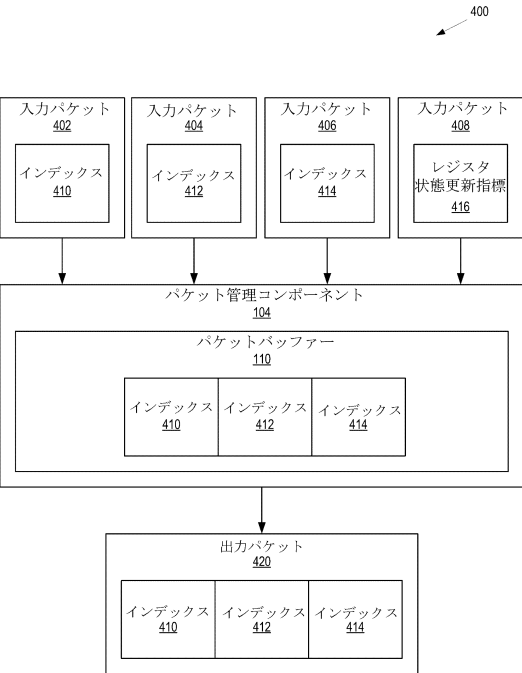
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- アメリカ合衆国 3 2 8 1 7 フロリダ州、オーランド、クアドラングル ブールバード 3 5 0 1
、スイート 3 7 5
- (72)発明者 タッド リトウィラー
アメリカ合衆国 3 2 8 1 7 フロリダ州、オーランド、クアドラングル ブールバード 3 5 0 1
、スイート 3 7 5
- (72)発明者 ニシャンク パータク
アメリカ合衆国 3 2 8 1 7 フロリダ州、オーランド、クアドラングル ブールバード 3 5 0 1
、スイート 3 7 5
- (72)発明者 マンゲッシュ ピー. ニジャシャー
アメリカ合衆国 3 2 8 1 7 フロリダ州、オーランド、クアドラングル ブールバード 3 5 0 1
、スイート 3 7 5
- 審査官 田中 啓介
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 2 8 3 4 1 6 (U S , A 1)
特表 2 0 1 5 - 5 0 2 6 1 8 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 5 5 2 1 4 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
G 0 6 F 9 / 3 8
G 0 6 F 1 3 / 3 8 - 1 3 / 4 2
G 0 6 T 1 / 0 0 - 1 / 4 0
G 0 6 T 3 / 0 0 - 5 / 5 0