

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-522322

(P2011-522322A)

(43) 公表日 平成23年7月28日(2011.7.28)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G06T 15/00 (2011.01) G06T 15/00 100A 5B080

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2011-511626 (P2011-511626)
 (86) (22) 出願日 平成21年5月27日(2009.5.27)
 (85) 翻訳文提出日 平成23年1月24日(2011.1.24)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2009/003215
 (87) 国際公開番号 W02009/145889
 (87) 国際公開日 平成21年12月3日(2009.12.3)
 (31) 優先権主張番号 61/056,936
 (32) 優先日 平成20年5月29日(2008.5.29)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591016172
 アドバンスド・マイクロ・デバイス・
 インコーポレイテッド
 ADVANCED MICRO DEVI
 CES INCORPORATED
 アメリカ合衆国、94088-3453
 カリフォルニア州、サニペイル、ピー・
 オウ・ボックス・3453、ワン・エイ・
 エム・ディ・プレイス、メイル・ストップ
 ・68(番地なし)
 (74) 代理人 100108833
 弁理士 早川 裕司
 (74) 代理人 100111615
 弁理士 佐野 良太

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ジオメトリシェーダを用いる平面充填エンジンのためのシステム、方法及びコンピュータプログラム製品

(57) 【要約】

【解決手段】

平面充填されたプリミティブデータをジオメトリシェーダへ供給するための方法、システム、及びコンピュータプログラム製品が開示される。方法は、元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基づき一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを平面充填エンジンで計算することと、元の一連の頂点及び一連の平面充填された頂点に基づき頂点シェーダで計算された頂点データを生成することと、計算された一連の接続性データをジオメトリシェーダで受け取ることと、計算された一連の接続性データに基づき計算された頂点データの一部をジオメトリシェーダで要求することと、計算された頂点データの一部により画定されるプリミティブを処理することとを備えている。上述の方法と同様の結果を達成するためのシステム及びコンピュータプログラム製品が更に開示されている。

【選択図】 図3

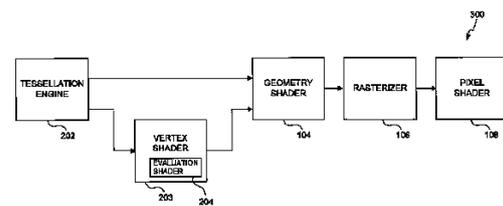


FIG. 3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

平面充填されたプリミティブデータをジオメトリシェーダへ供給するための方法であって、

元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基き一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを平面充填エンジンで計算することと、

前記元の一連の頂点及び前記一連の平面充填された頂点に基き頂点シェーダで計算された頂点データを生成することと、

前記計算された一連の接続性データを前記ジオメトリシェーダで受け取ることと、

前記計算された一連の接続性データに基き前記計算された頂点データの一部を前記ジオメトリシェーダで要求することと、

前記計算された頂点データの前記一部により画定されるプリミティブを処理することと、を備えた方法。

10

【請求項 2】

請求項 1 の方法であって、

前記一連の頂点がスレッシュホールドを満たさない場合に表面データ出力を処理するための前記平面充填エンジンの使用を無効にすることを更に備えた方法。

【請求項 3】

請求項 2 の方法であって、前記スレッシュホールドは観察平面からの距離によって定義される方法。

20

【請求項 4】

請求項 3 の方法であって、前記スレッシュホールドは観察窓のサイズに基いて調節される方法。

【請求項 5】

請求項 1 の方法であって、前記計算された頂点データを前記頂点シェーダ内の評価シェーダで記憶することを更に備えた方法。

【請求項 6】

請求項 5 の方法であって、

前記計算された頂点データの一部を前記要求することは、前記計算された頂点データの前記一部を前記評価シェーダから要求することを備えている方法。

30

【請求項 7】

平面充填されたプリミティブデータをジオメトリシェーダへ供給するためのグラフィックス処理ユニットであって、

元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基き一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを計算するための平面充填エンジンと、

前記元の一連の頂点及び前記一連の平面充填された頂点に基き計算された頂点データを生成するための頂点シェーダと、

前記計算された一連の接続性データを受け取り、前記計算された一連の接続性データに基き前記計算された頂点データの一部を要求し、前記計算された頂点データの前記一部により画定されるプリミティブを処理するためのジオメトリシェーダと、を備えたグラフィックス処理ユニット。

40

【請求項 8】

請求項 7 のグラフィックス処理ユニットであって、前記平面充填エンジンは前記元の一連の頂点及び前記一連の接続性データに基き前記計算された頂点データの一部を要求し、前記計算された頂点データの前記一部により画定されるプリミティブを処理するためのジオメトリシェーダと、を備えたグラフィックス処理ユニット。

【請求項 9】

請求項 8 のグラフィックス処理ユニットであって、前記スレッシュホールドは観察平面からの距離によって画定されるグラフィックス処理ユニット。

【請求項 10】

請求項 9 のグラフィックス処理ユニットであって、前記スレッシュホールドは観察窓のサイ

50

ズに基いて調節されるグラフィックス処理ユニット。

【請求項 1 1】

請求項 7 のグラフィックス処理ユニットであって、前記頂点シェーダは前記計算された頂点を評価シェーダで記憶するように動作するグラフィックス処理ユニット。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 のグラフィックス処理ユニットであって、前記ジオメトリシェーダは前記計算された頂点データの前記一部を前記評価シェーダから要求するように動作するグラフィックス処理ユニット。

【請求項 1 3】

平面充填されたプリミティブデータをプロセッサがジオメトリシェーダへ供給することを可能にするために記録されたコンピュータプログラム論理を有するコンピュータ使用可能媒体を備えたコンピュータプログラム製品であって、

前記プロセッサが、

元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基き一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを平面充填エンジンで計算し、

前記元の一連の頂点及び前記一連の平面充填された頂点に基き頂点シェーダで計算された頂点データを生成し、

前記計算された一連の接続性データを前記ジオメトリシェーダで受け取り、

前記計算された一連の接続性データに基き前記計算された頂点データの一部を前記ジオメトリシェーダで要求し、

前記計算された頂点データの前記一部により画定されるプリミティブを処理することを可能にするデータ及び命令を前記コンピュータプログラム論理が備えているコンピュータプログラム製品。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 のコンピュータプログラム製品であって、

前記プロセッサが、前記一連の頂点がスレッシュホールドを満たさない場合に表面データ出力を処理するために前記平面充填エンジンの使用を無効にすることを可能にするデータ及び命令を、前記コンピュータプログラム論理が更に備えているコンピュータプログラム製品。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 のコンピュータプログラム製品であって、前記スレッシュホールドは観察平面からの距離によって定義されるコンピュータプログラム製品。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 のコンピュータプログラム製品であって、前記スレッシュホールドは観察窓のサイズに基いて調節されるコンピュータプログラム製品。

【請求項 1 7】

請求項 1 3 のコンピュータプログラム製品であって、

前記プロセッサが、前記計算された頂点データを前記頂点シェーダ内の評価シェーダで記憶することを可能にするデータ及び命令を、前記コンピュータプログラム論理が更に備えているコンピュータプログラム製品。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 のコンピュータプログラム製品であって、

前記プロセッサが前記計算された頂点データの一部を要求することを可能にする前記データ及び命令は、前記プロセッサが前記計算された頂点データの前記一部を前記評価シェーダから要求することを可能にするデータ及び命令を備えているコンピュータプログラム製品。

【請求項 1 9】

請求項 1 3 のコンピュータプログラム製品であって、

前記データ及び命令はハードウェア記述言語データ及び命令を備えているコンピュータプログラム製品。

10

20

30

40

50

【請求項 20】

元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基き一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを計算するための平面充填エンジンと、

前記元の一連の頂点及び前記一連の平面充填された頂点に基き計算された頂点データを生成するための頂点シェーダと、を備えたグラフィックス処理ユニット。

【請求項 21】

請求項 20 のグラフィックス処理ユニットであって、

前記計算された一連の接続性データを受け取り、前記計算された一連の接続性データに基き前記計算された頂点データの一部を要求し、前記計算された頂点データの前記一部により画定されるプリミティブを処理するためのジオメトリシェーダを更に備えたグラフィックス処理ユニット。

10

【請求項 22】

請求項 20 のグラフィックス処理ユニットであって、前記グラフィックス処理ユニットはコンピュータ可読媒体に記憶される一連の命令を備えており、前記命令はハードウェア記述命令を備えているグラフィックス処理ユニット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は概してグラフィックス処理ユニットにおける平面充填動作を最適化することに関する。

20

【背景技術】**【0002】**

グラフィックス処理ユニット(GPU)はグラフィックス処理動作に対して最適化された特殊目的の集積回路である。GPUは多くの場合、グラフィックス処理を必要とするアプリケーション、例えばビデオゲームアプリケーションを実行するために使用されるコンピュータデバイス(例えばパーソナルコンピュータ、レンダリングファーム又はサーバ、携帯型デバイス、デジタルテレビジョン等)内に組み込まれる。

【0003】

最新のGPU実装においては、グラフィックス動作の処理は種々の機能ユニットに分けられ、その各々は処理パイプラインの異なる段階内に配置される。典型的には、GPUへの入力、一連の頂点及びそれらの頂点が互いにどのように接続されているかを特定する幾つかの接続性情報の形態にある。一連の頂点と当該一連の頂点のための接続性情報との組み合わせが幾何プリミティブ(geometric primitive)を画定する(defines)。しばしば幾何プリミティブの選択は三角形であり、三角形は3つの頂点と接続性情報として提示される3つの辺縁とによって画定される。

30

【0004】

各幾何プリミティブが描画(rendering)のためGPUによって処理されるとき、個々の頂点は頂点シェーダ(vertex shader)によって処理される。頂点シェーダは個々の頂点に適用する動作を実行するために一般的には使用される。それらの動作の例は変換(transform)動作及び明暗(lighting)動作を含む。それらの動作の結果として、計算された頂点位置、当該頂点でのプリミティブの色、及びテクスチャマッピング(texture mapping)のための当該頂点でのテクスチャ座標に関するデータが一般的に算出される。

40

【0005】

個々の頂点を取り込んだ計算が実行された後、パイプラインの追加的な段階が全部のプリミティブに対する処理を実行してよい。概してジオメトリシェーダ(geometry shader)と称されるこの段階は、プリミティブ全体に対してグラフィックス技術を適用することができ、場合によっては追加的なプリミティブの生成をもたらす。例えばジオメトリシェーダは、頂点を再配置しあるいはファー及びフィン(fur and fin)技術を利用するために置換マップ(displacement map)を適用するのに用いられてよい。

【0006】

50

ジオメトリシェーダ段階が完了すると、その出力は二次元画像への変換のためのラスライザ(rasterizer)へ通常は送られ、更なる強化(enhancements)がピクセルシェーダによって実行され得る。

【0007】

ジオメトリシェーダによって実行される技術は、描画されるオブジェクトの見え方を強化する目的のために典型的には追加的なプリミティブの生成をもたらす。置換マップを適用することによって、例えば追加的なプリミティブが追加的な頂点を提供するために生成され、追加的な頂点は次いでテクスチャビットマップに従って置換される。一般的に、この技術の計算においてはより多くのプリミティブが用いられるので、最終オブジェクトはより滑らかに且つよりリアルに見えるであろう。しかし、多すぎる頂点を提供することは、頂点シェーダ及びジオメトリシェーダに過剰な負荷を与え得るので、特に描画されているオブジェクトが観察面から著しい距離に位置している場合にオブジェクトの顕著に改善された描画をもたらすことはできない。

10

【0008】

従来の実装又は実施は、頂点シェーダ段階の直前にプリミティブの数を増やすための平面充填エンジン(tessellation engine)を用いることに頼ってきた。例えば、共通の保有に係る、バックナー等(buckner et al.)に対する米国特許出願公開番号2004/0085312(出願番号10/287,143)は、その全体を参照することによりここに組み込まれ、当該平面充填を実行するための方法及び装置を開示している。しかし、従来の実装又は実施は、単に平面充填エンジンからの出力が頂点シェーダによって処理され次いでディスプレイへの描画のためのラスライザに伝達されることを可能にしてきたにすぎない。もし従来の実装を用いる開発者がプリミティブを平面充填することによりプリミティブカウントを増やしたいとして、平面充填されたプリミティブをジオメトリシェーダを介して実行したとすると、平面充填された出力をメモリ内のどこかに記憶することが必要であった。開発者はその結果、ジオメトリシェーダが平面充填されたデータに対してその計算を実行することを可能にするために、平面充填されたデータに対してGPUパイプラインを再動作させる必要があった。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、平面充填されたデータをジオメトリシェーダにおいて更に処理する場合に平面充填に起因する描画コストを低減する改良された技術が求められている。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の実施形態は平面充填されたプリミティブデータをジオメトリシェーダへ供給するための方法を含む。方法は、元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基き一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを平面充填エンジンで計算することと、元の一連の頂点及び一連の平面充填された頂点に基き頂点シェーダで計算された頂点データを生成することと、計算された一連の接続性データをジオメトリシェーダで受け取ることと、計算された一連の接続性データに基き計算された頂点データの一部をジオメトリシェーダで要求することと、計算された頂点データの一部により画定されるプリミティブを処理することとを備えている。

40

【0011】

本発明の実施形態は追加的に、平面充填されたプリミティブデータをジオメトリシェーダへ供給するためのグラフィックス処理ユニットを含む。グラフィックス処理ユニットは、元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基き一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを計算するための平面充填エンジンと、元の一連の頂点及び一連の平面充填された頂点に基き計算された頂点データを生成するための頂点シェーダと、計算された一連の接続性データを受け取り、計算された一連の接続性データに基き計算された頂点データの一部を要求し、計算された頂点データの一部により画定されるプリミテ

50

ィブを処理するためのジオメトリシェーダとを備えている。

【0012】

本発明の実施形態は更に、平面充填されたプリミティブデータをプロセッサがジオメトリシェーダへ供給することを可能にするために記録されたコンピュータプログラム論理を有するコンピュータ使用可能媒体を備えたコンピュータプログラム製品を含む。コンピュータプログラム論理は、プロセッサが、元の一連の頂点及び元の一連の接続性データに基づき一連の平面充填された頂点及び計算された一連の接続性データを平面充填エンジンで計算し、元の一連の頂点及び一連の平面充填された頂点に基づき頂点シェーダで計算された頂点データを生成し、計算された一連の接続性データをジオメトリシェーダで受け取り、計算された一連の接続性データに基づき計算された頂点データの一部をジオメトリシェーダで要求し、計算された頂点データの一部により画定されるプリミティブを処理することを可能にするデータ及び/又は命令を備えている。

10

【0013】

本発明の更なる特徴及び利点の他、本発明の種々の実施形態の構成及び動作は、添付の図面を参照して以下に詳細に記述されている。本発明がここに記述される特定の実施形態に限定されないことを特記しておく。当該実施形態は例示の目的のみのためにここに提示されている。追加的な実施形態はここに含まれる教示に基づき関連分野を含めた当業者にとって明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

添付の図面は、ここに組み込まれまた出願書類の一部をなし、本発明の実施形態を示しそして、明細書と共に本発明の原理を説明し並びに関連分野を含めた当業者が本発明をつくり及び使用することを可能にするのに更に役立つ。

20

【0015】

【図1】図1は本発明の実施形態に従う典型的なGPUパイプライン実装を示す図である。

【0016】

【図2】図2は本発明の実施形態に従い平面充填エンジンを組み込んだ典型的なGPUパイプライン実装を示す図である。

30

【0017】

【図3】図3は本発明の実施形態に従い平面充填エンジンを組み込んだ最適化されたGPUパイプライン実装を示す図である。

【0018】

【図4】図4は本発明に従うGPUパイプライン実装の段階の間での通信を示す図である。

【0019】

【図5】図5は本発明の実施形態に従い平面充填エンジンを有するGPUパイプライン実装がジオメトリシェーダによる処理を強化するように動作可能なステップを示すフローチャートである。

【0020】

【図6】図6は本発明の実施形態が実装され得る例示的なコンピュータシステムを示す図である。

40

【0021】

【図7】図7は本発明の実施形態が実装され得るコンピュータシステムにおけるインタフェース階層を例示的に示す図である。

【0022】

本発明の更なる特徴及び利点の他、本発明の種々の実施形態の構成及び動作は、添付の図面を参照して以下に詳細に記述されている。本発明がここに記述される特定の実施形態に限定されないことを特記しておく。当該実施形態は例示の目的のみのためにここに提示されている。追加的な実施形態はここに含まれる教示に基づき関連分野を含めた当業者にと

50

って明らかであろう。

【発明を実施するための形態】

【0023】

《序論》

本発明の以下の詳細な説明は、この発明に合致する例示的な実施形態を示す添付の図面を参照する。他の実施形態も可能であり、本発明の精神及び範囲内で実施形態に対して修正がなされ得る。従って、詳細な説明は本発明を限定することを意図されたものではない。むしろ本発明の範囲は添付の特許請求の範囲によって画定される。

【0024】

本発明はソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、及び/又は図面に示された実体の多くの異なる実施形態において後述するように実装又は実施され得ることが当業者にとって明らかであろう。本発明を実装又は実施するハードウェアの特別な制御を伴ういかなる現実的なソフトウェアコードも本発明を限定していない。このように、本発明の動作上の挙動は、ここに提示される詳細さのレベルを前提として実施形態の修正及び変更が可能であるとの理解のもとに記述されることになる。また、そして当業者にとって明らかであろうように、この発明の種々の実施形態のシミュレーション、合成及び/又は製造は、一つには、一般的なプログラミング言語（例えばC又はC++）、Verilog HDL、VHDL、Altera HDL（AHDL）等を含むハードウェア記述言語（HDL）、あるいは他の利用可能なプログラミングを含むコンピュータ可読コード（上述したような）及び/又は回路等キャプチャツール（例えば回路キャプチャツール）の使用を通して達成され得る。このコンピュータ可読コードは、半導体、磁気ディスク、光学ディスク（例えばCD-ROM、DVD-ROM）を含むあらゆる既知のコンピュータ使用可能媒体内に配置されてよく、またコンピュータが使用可能な（例えば可読な）伝送媒体（例えばデジタル、光学的、又はアナログ系の媒体を含む搬送波又は他のあらゆる媒体）において具現化されるコンピュータデータ信号として処置されてよい。従って、コードは、インターネット及びそれと同等のもの（the Internet and internets）を含む通信網を介して伝送されてよい。上述したシステム及び技術により達成される機能及び/又は提供される構造は、プログラムコードにおいて具現化されるコア（例えばGPUコア）内に表現することができ、また集積回路の生産の一部としてハードウェアに変換されてよいことが理解される。

【0025】

図1は少なくとも4つの処理段階を有する典型的なグラフィックス処理ユニット（GPU）パイプライン100を示している。最新のGPUパイプライン100は大抵、頂点シェーダ102段階、ジオメトリシェーダ104段階、ラスタライザ106段階、及びピクセルシェーダ108段階を有している。GPUパイプライン100の典型的な使用においては、グラフィックスアプリケーションが頂点シェーダ102に一連の頂点及び一連の接続性データを供給する。この一連の頂点及び一連の接続性データは一緒に、描画されるべきオブジェクト又は場面を画定する。

【0026】

頂点シェーダ102は一連の頂点を操作して頂点毎動作を実行するように動作可能である。これらの動作は例えば変換動作及び明暗動作を含む。頂点シェーダは、例えばオブジェクトを包含する複数頂点の各々にオフセットを付加することでオブジェクトを場面の範囲内で動かすことによって、描画されるべきオブジェクトをグラフィックスアプリケーションが操作することを可能にする。例として、グラフィックスアプリケーションが描画されるべきオブジェクトをx, y, z空間内のx軸に沿って5単位だけ動かしたい場合、オブジェクトを包含している各頂点のx座標に対する+5のオフセットを計算して、オフセットされた新たな場所へのオブジェクト全体の動きをもたらす上で、頂点シェーダは有用であろう。本発明の実施形態によると、そのような計算は、単一命令多重データ（SIMD）命令をGPUパイプライン100に対して発行することによって達成される。

【0027】

10

20

30

40

50

ジオメトリシェーダ104は、更なる操作に備えて一連の操作された頂点及び一連の接続性データを頂点シェーダから取得する。ジオメトリシェーダ104はプリミティブとして知られる単純な幾何学形状に対して動作するように構成される。プリミティブは任意の一連の頂点データ及び当該一連のデータ内での頂点間の接続性データであってよいが、多くのジオメトリシェーダ104実装は主として複数三角形上で動作する。三角形は3つの頂点とこれら3つの頂点の間の接続性データとにより画定される。ジオメトリシェーダ104は例えば、一連のプリミティブ内の頂点を再配置しあるいは一連のプリミティブに対してファー及びフィン技術を利用するために置換マップを適用するのに用いられてよい。

【0028】

前述の技術を適用するジオメトリシェーダ104の結果は、追加的な頂点及び接続性データの生成であってよく、従って追加的なプリミティブを形成してよい。例えば、置換マップの適用は、以前には頂点が位置していなくてよかったオブジェクトの領域を置換するために、追加的な頂点及び対応する接続性データの生成をもたらしてよい。

10

【0029】

頂点シェーダ102及びジオメトリシェーダ104で適用される技術は、より滑らかでより複雑なオブジェクトをもたらす、ジオメトリシェーダ104への入力としてのより高いプリミティブカウントからの利益を享受する傾向にある。従って、頂点シェーダ102及びジオメトリシェーダ104でのプリミティブ操作技術の適用からより良い結果を得るために、GPUパイプライン100への入力として高次の表面を用いることが有益である。

20

【0030】

ラスライザ106は最終的な一連の頂点と一連の接続性データとを取り込み、二次元内に描画されるとすれば、一連の頂点及び一連の接続性データからなるどんな場面が対応する視点から見えるであろうかを、観測面に基き決定する。この描画される場面は、典型的には二次元ディスプレイデバイス上に表示される準備が整っている一連の画素(ピクセル)からなり、次いでピクセル毎レベルでの追加的な処理のためにピクセルシェーダ108へ送られる。

【0031】

前述したように、画像品質を目的として追加的なプリミティブを有して連携することが、GPUパイプライン100内でプリミティブの処理を実行する場合に概して有益である。

30

【0032】

図2はGPUパイプライン200を示すブロック図である。GPUパイプライン200は頂点シェーダ203並びにGPUパイプライン100におけるのと同様のジオメトリシェーダ104、ラスライザ106及びピクセルシェーダ108を含む。GPUパイプラインはまた、既存のプリミティブに基き追加的なプリミティブを導入する処理を達成するための平面充填エンジン202を含み、処理は「平面充填(tessellation)」として知られている。

【0033】

平面充填エンジン202は一連の頂点データ及び一連の接続性データを取り込み、結果としてのプリミティブを平面充填するように動作し、新たな一連の頂点データ及び新たな接続性データを更なる処理のために頂点シェーダ203に供給する。共通の保有に係る、バックナー等(buckner et al.)に対する米国特許出願公開番号2004/0085312(出願番号10/287,143)は、その全体を参照することによりここに組み込まれ、当該平面充填を実行するための方法及び装置を開示している。平面充填エンジン202の出力は次いで、従来 of 経路におけるように頂点シェーダ203へ送られ、頂点シェーダ203が新たな一連の頂点を計算してそれらを評価シェーダ204内に記憶することを可能にする。ラスライザ106は続いて評価シェーダ204から頂点を検索し(retrieve)前述のように動作を継続することができる。

40

【0034】

50

この実装においては、平面充填された出力がジオメトリシェーダ104によって検索され得るようにする手段が無いので、平面充填された出力に対してGPUパイプライン200内でジオメトリシェーダ動作を実行することは可能ではない。従って、ジオメトリシェーダ104技術を平面充填されたデータに適用するためには、平面充填されたデータをメモリ内のどこかに記憶し、頂点シェーダ203への入力としての平面充填されたデータを用いてGPUパイプライン200を再起動してデータをジオメトリシェーダ104に渡すことが必要となる。

【0035】

《平面充填を伴う最適化されたGPUパイプライン》

図3は本発明の実施形態に従う最適化されたGPUパイプライン300を示している。GPUパイプライン300は平面充填エンジン202、頂点シェーダ203、評価シェーダ204、ジオメトリシェーダ104、ラスタライザ106、及びピクセルシェーダ108を含む。

10

【0036】

平面充填エンジン202は、本発明の実施形態に従い、一連の頂点及び一連の接続性情報をメモリ位置(図示せず)から検索する(又は受け取る)ように動作する。共通の保有に係る、バックナー等(buckner et al.)に対する米国特許出願公開番号2004/0085312(出願番号10/287,143)は、その全体を参照することによりここに組み込まれ、そこに開示されている一つのように平面充填技術を適用することは、本発明の実施形態に従って平面充填エンジンが平面充填されたプリミティブを生成することを可能にする。

20

【0037】

本発明の追加的実施形態によると、平面充填エンジン202での平面充填技術の適用は、元の入力プリミティブに対する元の頂点の出力の他、平面充填された頂点をももたらす。平面充填エンジンによって、新たな接続性情報が元の頂点及び平面充填された頂点に対応して生成される。例示的な実施形態では、平面充填された頂点は重心座標として出力される。

【0038】

図3に示されるように、平面充填エンジン202からの出力はジオメトリシェーダ104及び頂点シェーダ203の両方に伝達される。本発明の実施形態によると、平面充填エンジン202は、元の頂点の他に平面充填された頂点をも包含する一連の計算された頂点を頂点シェーダ203へ伝達する。頂点シェーダ203は、本発明の実施形態に従って、一連の計算された頂点に対して頂点値を計算するように動作する。本発明の追加的実施形態によると、頂点シェーダ203は、一連の計算された頂点の頂点に対して追加的な頂点動作、例えば変換動作を実行するように動作する。関連分野を含めた当業者であれば、頂点シェーダの機能が頂点レベル操作のための周知の技術を含むことを理解するであろう。一連の計算された頂点に対する全ての変更が実行される場合、一連の計算された頂点は評価シェーダ204へ書き込まれる。本発明の実施形態によると、評価シェーダ204は一連の計算された頂点を書き込まれるリングバッファを備えている。

30

【0039】

平面充填エンジン202は更に、元の及び平面充填された全ての頂点の接続性データを直接的にジオメトリシェーダ104へ伝達する。ジオメトリシェーダ104はその後この接続性データを用いて、接続性データの一部(subset)によって画定されるプリミティブに対応する頂点を取得するように本発明の実施形態に従って動作することができる。ジオメトリシェーダ104は、本発明の実施形態に従って、頂点シェーダ203によって既に記憶された頂点データを評価シェーダ204から検索する。

40

【0040】

図4の通信フロー図400は本発明の実施形態に従うこの処理を更に示している。フロー図400は平面充填エンジン202、頂点シェーダ203、評価シェーダ204、及びジオメトリシェーダ104の間での通信を示している。平面充填を実行した後ステップ4

50

02では、平面充填エンジン202が元の及び平面充填された一連の頂点を頂点シェーダ203へ伝達する。計算された一連の頂点を算出する際、ステップ404において頂点シェーダ203は、計算された一連の頂点を評価シェーダ204に記憶する。更にステップ406では、平面充填エンジン202が全ての頂点に対する計算された接続性データを直接的にジオメトリシェーダ104へ伝達する。

【0041】

次いでステップ408では、接続性データを掌握したジオメトリシェーダ104が本発明の実施形態に従って、接続性データによって画定されるプリミティブに対応する一連の頂点を要求する。ステップ410では評価シェーダ204が次いで、要求された頂点を提供する。ジオメトリシェーダ104は次いで、ステップ410で返された頂点に対してプリミティブレベル動作を実行するように動作することができる。

10

【0042】

《動作の方法》

図5は本発明の実施形態に従って図3のGPUパイプライン300が最適化された平面充填されたグラフィックスを提供するように動作可能なステップを示すフローチャート500である。方法はステップ501で開始されてステップ502に進み、平面充填が要求されたかどうか決定される。

【0043】

本発明の実施形態によると、平面充填は所定のスレッシュホールドが満たされた場合にのみ適用される。このスレッシュホールドは、例えば描画されているオブジェクトへの観察平面からの距離、オブジェクトの曲率、又は他の基準であってよい。関連分野を含めた当業者であれば、グラフィックスアプリケーションの使用者が複雑性を知覚する能力に対して描画されたオブジェクトの複雑性を最適化するために、他のスレッシュホールドが存在することを認識するであろう。またスレッシュホールドは、本発明の実施形態に従い、特定のGPUパイプライン300の計算能力、表示領域、及び使用者の好み等の考察に基づいて修正される。ステップ502で平面充填が要求されない場合には、方法は平面充填を行うことなしにステップ506に進む。

20

【0044】

ステップ504では平面充填が平面充填エンジン202において実行され、平面充填エンジン202は平面充填された頂点を計算して、元の及び平面充填された全ての頂点の間での接続を画定する新たな接続性データを生成する。ステップ506では、本発明の実施形態に従って頂点シェーダ203が修正された頂点データを計算する。既に開示されたように、頂点シェーダ203は図4のステップ402で元の及び平面充填された一連の頂点を受け取り、それに基づいて頂点シェーダ203はステップ404で一連の計算された頂点を生成するように動作することができる。本発明の追加的な実施形態によると、一連の計算された頂点は評価シェーダ204内に記憶される。

30

【0045】

方法はステップ508に進み、評価シェーダ204が接続性データを平面充填エンジン202から受け取る。ステップ510では、ジオメトリシェーダ104が接続性データに対応するプリミティブを識別し、対応する頂点を検索する。本発明の実施形態によると、ジオメトリシェーダ104は、頂点シェーダ203によって既に記憶されている頂点を評価シェーダ204から検索する。ジオメトリシェーダ104は次いで、検索されたプリミティブに対してプリミティブレベル動作を実行し、方法はステップ512で終了する。

40

【0046】

《コンピュータシステム実装》

本発明の種々の側面がソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、又はそれらの組み合わせによって実装され得る。図6は本発明又はその一部がコンピュータ可読コードとして実装され得る例示的なコンピュータシステム600を示している。例えば、図5のフローチャート500により示される方法がシステム600内に実装されてよい。本発明の種々の実施形態がこの例示的なコンピュータシステム600に関して説明される。本明細

50

書を読んだ後で、どのようにして他のコンピュータシステム及び/又はコンピュータアーキテクチャを用いて本発明を実装するかについて、関連分野を含めた当業者にとって明白になる。

【0047】

コンピュータシステム600は1つ以上のプロセッサ、例えばプロセッサ604を含む。プロセッサ604は特定用途のあるいは汎用のプロセッサであってよい。プロセッサ604は通信基盤(communication infrastructure)606(例えばバス又はネットワーク)に接続される。

【0048】

コンピュータシステム600はまた、望ましくはランダムアクセスメモリ(RAM)である主メモリ608を含み、更に補助メモリ610を含むことができる。補助メモリ610は例えば、ハードディスクドライブ612、リムーバブル記憶装置614、及び/又はメモリスティックを含んでいてよい。リムーバブル記憶装置614はフレキシブルディスクドライブ、磁気テープドライブ、光学ディスクドライブ、フラッシュメモリ等を備えていてよい。リムーバブル記憶装置614は周知の方法によりリムーバブル記憶ユニット618から読み出し及び/又はリムーバブル記憶ユニット618へ書き込みする。リムーバブル記憶ユニット618はフレキシブルディスク、磁気テープ、光学ディスク等を備えていてよく、リムーバブル記憶装置614によって読み出され且つ書き込まれる。関連分野を含めた当業者に理解されるであろうように、リムーバブル記憶ユニット618はコンピュータソフトウェア及び/又はデータが既に記憶されたコンピュータ利用可能記憶媒体を含む。

10

20

【0049】

代替的な実装においては、補助メモリ610は、コンピュータプログラム又は他の命令がコンピュータシステム600に読み込まれることを可能にする他の同様の手段を含むことができる。当該手段は例えばリムーバブル記憶ユニット622及びインタフェース620を含んでよい。当該手段の例は、プログラムカートリッジ及びカートリッジインタフェース(それらの例はビデオゲームデバイスにおいて見られる)、リムーバブルメモリチップ(例えばEPROM又はPROM)及び関連するソケット、並びにソフトウェア及びデータをリムーバブル記憶ユニット622からコンピュータシステム600へ転送することを可能にする他のリムーバブル記憶ユニット622及びインタフェース620を含むことができる。

30

【0050】

コンピュータシステム600はまた通信インタフェース624を含むことができる。通信インタフェース624はソフトウェア及びデータがコンピュータシステム600と外部デバイスの間で転送されることを可能にする。通信インタフェース624はモデム、ネットワークインタフェース(例えばLANカード)、通信ポート、PCMCIAスロット及びカード等を含んでいてよい。通信インタフェース624を介して転送されるソフトウェア及びデータは、電子的、電磁氣的、光学的であってよい信号、又は通信インタフェース624によって受け取られることが可能な他の信号の形態にある。これらの信号は通信バス626を介して通信インタフェース624へ供給される。通信バス626は信号を伝え、ワイヤ若しくはケーブル、光ファイバ、電話線、携帯電話リンク、RFリンク又は他の通信チャネルを用いて実装され得る。

40

【0051】

この文書では、「コンピュータプログラム媒体」及び「コンピュータ使用可能媒体」という用語は、リムーバブル記憶ユニット618、リムーバブル記憶ユニット622、及びハードディスクドライブ612に組み込まれるハードディスクを一般的には参照して用いられる。通信バス626を介して伝えられる信号もまた、ここに説明される論理を具現化することができる。コンピュータプログラム媒体及びコンピュータ使用可能媒体はまた、主メモリ608及び補助メモリ610等のメモリ半導体(例えばDRAM等)であってよいメモリを参照してよい。これらのコンピュータプログラム製品はコンピュータシステム

50

600にソフトウェアを供給するための手段である。

【0052】

コンピュータプログラム（コンピュータ制御論理あるいはデータ及び/又は命令とも称される）は主メモリ608及び/又は補助メモリ610内に記憶される。コンピュータプログラムはまた、通信インタフェース624を介しても受け取られることができる。当該コンピュータプログラムは、実行されたときに、ここで論じられる本発明をコンピュータシステム600が実施又は実装することを可能にする。特に、コンピュータプログラムは、実行されたときに、上述した図5のフローチャート500で示される方法におけるステップのような本発明の処理をプロセッサ604が実施又は実装することを可能にする。従って、当該コンピュータプログラムはコンピュータシステム600の制御器に相当する。ソフトウェアを用いて本発明が実施又は実装される場合、ソフトウェアはコンピュータプログラム製品内に記憶されていてよく、リムーバブル記憶装置614、インタフェース620、ハードディスクドライブ612又は通信インタフェース624を用いてコンピュータシステム600内に取り込まれてよい。

10

【0053】

本発明はまた、任意のコンピュータ利用可能媒体上に記憶されるソフトウェアを備えるコンピュータプログラム製品に向けられている。当該ソフトウェアは、1つ以上のデータ処理デバイス内で実行されたときに、1つ以上のデータ処理デバイスにここで説明されているような又は前述したような動作をさせ、ここに説明される本発明の実施形態を実行するコンピュータデバイス（例えばASIC又はプロセッサ）の合成及び/又は製造を可能にする。本発明の実施形態は、現在知られている又は将来知られることになる任意のコンピュータ使用可能又はコンピュータ可読の媒体を採用する。コンピュータ使用可能媒体の例は、限定はされないが、主要記憶デバイス（例えば任意の種類ランダムアクセスメモリ）、補助記憶デバイス（例えばハードドライブ、フレキシブルディスク、CD-ROM、ZIPディスク、テープ、磁気記憶デバイス、光学記憶デバイス、MEMS、ナノテクノロジー記憶デバイス等）、及び通信媒体（例えば有線及び無線通信ネットワーク、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、イントラネット等）を含む。

20

【0054】

《アプリケーションレベル実装》

図7は本発明の実施形態に従いグラフィックスアプリケーション702がここに開示されるグラフィックスハードウェアと相互作用するように動作可能な種々の抽象化階層を示す図表700である。アプリケーション702は、グラフィックスAPI704及びオペレーティングシステム(OS)API706を含む幾つかのアプリケーションプログラミングインタフェース(API)にメッセージを送ることができる。グラフィックスAPI704は例えば、ワシントン、レッドモンドのマイクロソフトコーポレーション(Microsoft Corporation of Redmond, Washington)によって開発されたマイクロソフトダイレクトX10(Microsoft DirectX 10)、又はカリフォルニア、サンニェイルのシリコングラフィックスインク(Silicon Graphics, Inc. of Sunnyvale, California)によって開発されたオープングラフィックスライブラリ(Open Graphics Library)(OpenGL)を含む。

30

【0055】

種々のAPIは更にグラフィックスハードウェア製造業者によって一般的には提供される抽象階層と相互作用して、特定のグラフィックスハードウェア、即ちグラフィックスハードウェアドライバ708と相互作用してよい。通信の種々のレベルがオペレーティングシステムカーネル710によって受け取られ、オペレーティングシステムカーネル710は次いで適切なメッセージをグラフィックスハードウェア712へ送る。

40

【0056】

本発明の実施形態によると、前述した図3のグラフィックスパイプライン300はグラフィックスハードウェア712内に実装される。本発明の追加的な実施形態によると、グラフィックスハードウェアドライバ708及びグラフィックスAPI704はグラフィックスパイプライン300の平面充填の特徴を用いて最適化される。

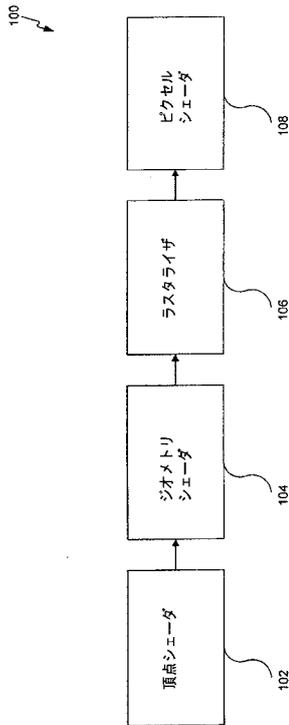
50

【 0 0 5 7 】

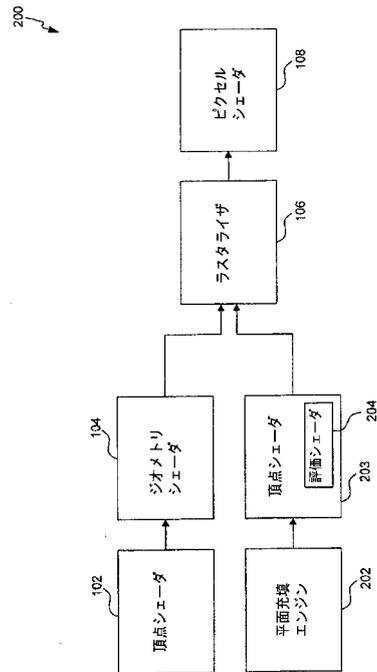
《 結 論 》

本発明の種々の実施形態が上に説明されてきたが、それらは例示のみを目的として提示されたものであり、限定を目的とはしていない。添付の特許請求の範囲で画定されるような本発明の精神及び範囲から逸脱することなしに、形態及び詳細における種々の変更がここになされ得ることが関連分野をも含めた当業者によって理解されるであろう。本発明はこれらの例示に限定されないことが理解されるべきである。本発明はここに説明されるように動作する任意の要素に適用可能である。従って、本発明の広さ及び範囲は上述のいかなる例示的实施形態によっても限定されるべきではなく、後述の特許請求の範囲及びそれらの均等なものに従ってのみ画定されるべきである。

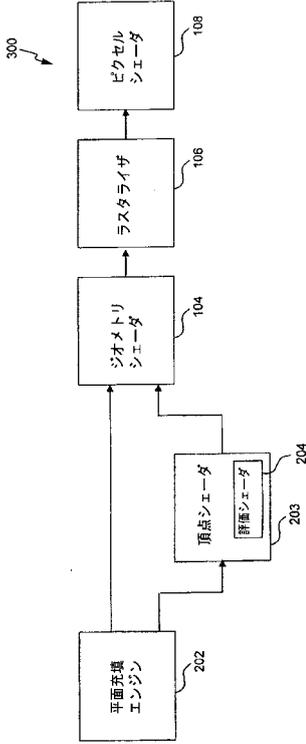
【 図 1 】



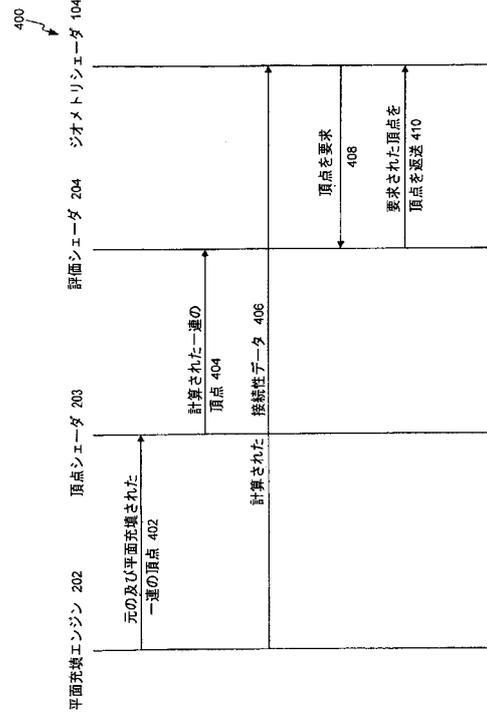
【 図 2 】



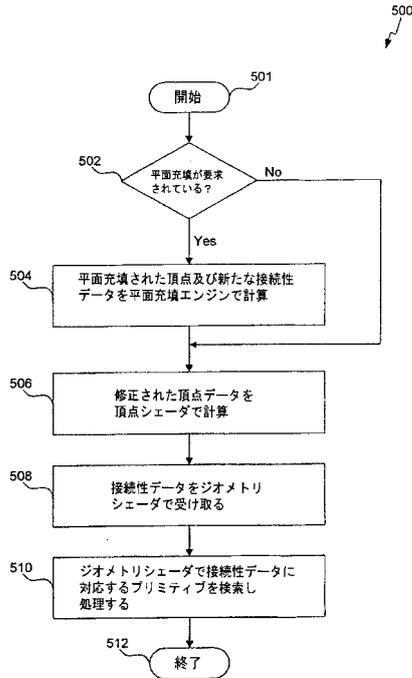
【図3】



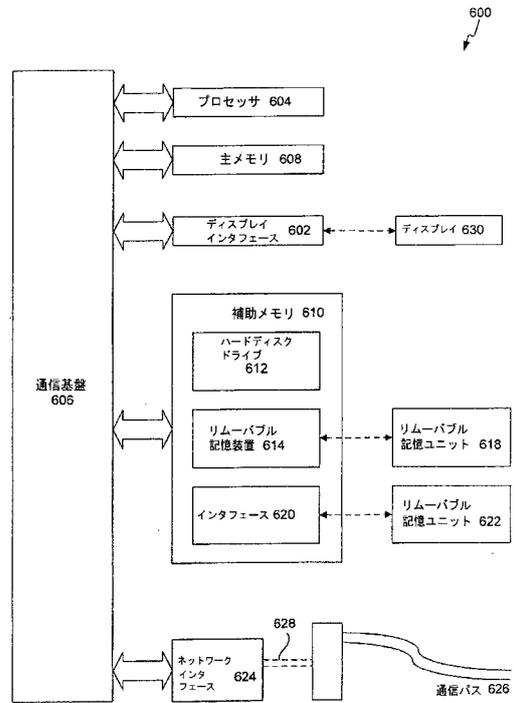
【図4】



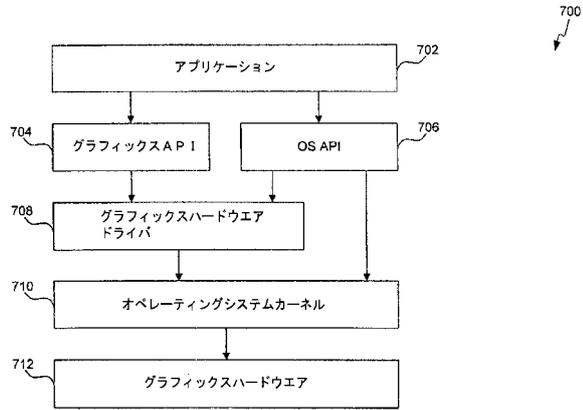
【図5】



【図6】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 09/03215
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - G06F 15/16 (2009.01) USPC - 345/502 According to international Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) USPC - 345/502 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC - 345/501,522,419,423,505-506,519,532,536,538 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PubWEST(PGPB,USPT,USOC,EPAB,JPAB), Google Scholar - tessellation, vertex, vertices, shader, evaluation, disable, distance, depth, z, test, check, compare, window size, draw distance, level of detail, screen size		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008/0001952 A1 (SRINIVASAN et al.) 3 January 2008 (03.01.2008) entire document, especially para [0061]-[0068]	1, 7, 13, 19-22
Y	US 2006/0164414 A1 (FARINELLI) 27 July 2006 (27.07.2006) especially para [0046]	2-6, 8-12, 14-18
Y	US 2006/0050072 A1 (GOEL) 9 March 2006 (09.03.2006) especially para [0022]	2-4, 8-10, 14-16
Y		5, 6, 11, 12, 17, 18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 July 2009 (01.07.2009)		Date of mailing of the international search report 14 JUL 2009
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100162156

弁理士 村雨 圭介

(72)発明者 ヴィニット ゴエル

アメリカ合衆国、フロリダ州 32789、ウィンターパーク、レイク ドライブ 2114
Fターム(参考) 5B080 AA14 BA08 CA04 GA11 GA22