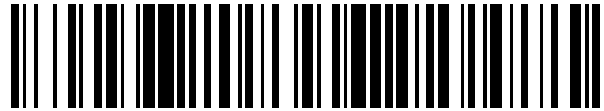


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 555**

51 Int. Cl.:

G06T 1/20 (2006.01)

G06F 9/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2013 E 13707979 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016 EP 2823459**

54 Título: **Ejecución de aplicaciones gráficas y no gráficas en una unidad de procesamiento de gráficos**

30 Prioridad:

07.03.2012 US 201213414450

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

01.06.2016

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

BOURD, ALEXEI, V.

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 572 555 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Ejecución de aplicaciones gráficas y no gráficas en una unidad de procesamiento de gráficos

5 CAMPO TÉCNICO

Esta divulgación se refiere a aplicaciones que se ejecutan en una unidad de procesamiento gráfico (GPU), y más particularmente, a la manera en la que la GPU ejecuta dichas aplicaciones.

10 ANTECEDENTES

Las unidades de procesamiento gráfico (GPU) están limitadas tradicionalmente a realizar únicamente un procesamiento relacionado con gráficos en tuberías de función fija que proporcionaban una flexibilidad funcional muy limitada. Las GPU más novedosas incluyen núcleos programables que ejecutan programas y, por lo tanto, proporcionan una mayor flexibilidad funcional en comparación con las GPU tradicionales. Los núcleos programables pueden ejecutar tanto aplicaciones gráficas como aplicaciones no gráficas, permitiendo las denominadas aplicaciones GPU de propósito general (GPGPU).

Los artículos previos relevantes incluyen: "Resource Sharing in GPU-Accelerated Windowing Systems" de Shinpei Kato y col., IEEE, 11 de abril de 2011, páginas 191-200; "A Static Task Scheduling Framework for Independent Tasks Accelerated Using A Shared Graphics Processing Unit" de Teng Li y col., IEEE Parallel and Distributed Systems (ICPADS), 7 de diciembre de 2011, páginas 88-95 e "Intel Virtualization Technology in Embedded and Communications Infrastructure Applications" de Dean Neumann, Intel Technology Journal, vol. 10, n.º 03, 10 de agosto de 2006.

El documento US 2010/287556 describe un sistema informático, un aparato de control para una máquina, en particular para un robot industrial, y un robot industrial.

El documento US 2007/204268 describe procedimientos y sistemas para programar procesos en un entorno de procesador multi-núcleo.

El documento EP 2 068 279 describe un sistema y un procedimiento para usar un procesador secundario en un sistema gráfico.

35 SUMARIO

La invención se define en las reivindicaciones a las que se hace ahora referencia.

En general, esta divulgación se refiere a técnicas para la ejecución paralela de aplicaciones gráficas y aplicaciones no gráficas en una unidad de procesamiento gráfico (GPU). La GPU puede incluir una pluralidad de núcleos de sombreador que son capaces de ejecutar una o más aplicaciones gráficas y una o más aplicaciones no gráficas. Las técnicas descritas en esta divulgación pueden reservar selectivamente un primer conjunto de los núcleos de sombreador para las aplicaciones gráficas, y un segundo conjunto de los núcleos de sombreador para las aplicaciones no gráficas. Las técnicas también pueden delimitarse entre las instrucciones para una aplicación gráfica y las instrucciones para la aplicación no gráfica. De esta manera, las aplicaciones gráficas que se ejecutan en el primer conjunto de núcleos de sombreador pueden no interferir con la ejecución de las aplicaciones no gráficas que se ejecutan en el segundo conjunto de núcleos de sombreador, y viceversa. Dicha ejecución delimitada puede promover una ejecución eficiente de las aplicaciones gráficas y no gráficas al mismo tiempo (es decir, en paralelo) en la GPU.

Los detalles de uno o más aspectos de la divulgación se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción a continuación. Otras características, objetos y ventajas de la divulgación serán evidentes a partir de la descripción y dibujos, y a partir de las reivindicaciones.

55 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo que puede implementar una o más técnicas ejemplares descritas en esta divulgación.

La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de una unidad de procesamiento gráfico (GPU) de la figura 1 en más detalle.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra otro ejemplo de la GPU de la figura 1 en más detalle.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una técnica ejemplar de acuerdo con uno o más ejemplos descritos en esta divulgación.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra otra técnica ejemplar de acuerdo con uno o más ejemplos descritos en esta divulgación.

5 La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo ejemplar, ilustrado en la figura 1, en más detalle.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 Una unidad de procesamiento gráfico (GPU) incluye un procesador de comandos, unidades de hardware de procesamiento de función fija, y uno o más núcleos de sombreador que forman un procesador de sombreador. Convencionalmente, el uno o más núcleos de sombreador del procesador de sombreador ejecutaban programas que estaban limitados a realizar funciones en datos gráficos. Por ejemplo, el uno o más núcleos de sombreador ejecutarán sombreadores de vértices y sombreadores de fragmentos, y, convencionalmente no ejecutarán aplicaciones no gráficas.

15 Sin embargo, la eficacia computacional paralela masiva soportada por la GPU puede beneficiar a una aplicación relacionada no gráfica. Por ejemplo, las GPU más novedosas proporcionan una funcionalidad de procesamiento general, y pueden denominarse como GPU de propósito general (GPGPU). Los núcleos de sombreador de estas GPGPU pueden ejecutar aplicaciones gráficas, así como aplicaciones no gráficas.

20 Dado que una aplicación gráfica y una aplicación no gráfica se ejecutan ambas en uno o más núcleos de sombreador de la GPGPU, la ejecución de la aplicación no gráfica puede interferir potencialmente con la ejecución de la aplicación gráfica. Por ejemplo, se asume que los núcleos de sombreador de la GPGPU están ejecutando una aplicación no gráfica y una aplicación gráfica que genera la interfaz de usuario para el dispositivo. En este ejemplo, puede ser posible que la ejecución de la aplicación no gráfica interfiera con la generación de la interfaz de usuario. Esta interferencia puede hacer que la interfaz de usuario no responda, lo que puede degradar potencialmente la experiencia de usuario.

30 Como se describe en más detalle a continuación, esta divulgación describe técnicas con las que uno o más núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de una única GPGPU pueden ejecutar una aplicación gráfica y una aplicación no gráfica sin la interferencia de la aplicación no gráfica con el rendimiento de la aplicación gráfica, y viceversa. Por ejemplo, uno o más núcleos de sombreador del procesador de sombreador pueden reservarse para las aplicaciones gráficas, y uno o más núcleos de sombreador diferentes del procesador de sombreador pueden reservarse para la aplicación no gráfica. La reserva de los núcleos de sombreador puede producirse estática o dinámicamente. Por ejemplo, la reserva de los núcleos de sombreador puede determinarse. En otro ejemplo, durante la ejecución de la aplicación gráfica y la aplicación no gráfica, las técnicas pueden seleccionar cuántos núcleos de sombreador deberían reservarse para las aplicaciones gráficas y cuántos para las aplicaciones no gráficas. Las técnicas pueden hacer que una única GPU integrada sea más fácil de compartir entre las aplicaciones gráficas y no gráficas, que pueden permitir que una aplicación no gráfica de alta latencia se ejecute sin alterar una aplicación gráfica de baja latencia.

45 La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo que puede implementar una o más técnicas ejemplares descritas en esta divulgación. La figura 1 ilustra el dispositivo 10 que incluye el procesador 12, la unidad de procesamiento gráfico (GPU) 16, y la memoria del sistema 26. El dispositivo 10 incluye componentes además de los ilustrados en la figura 1, como se ilustra adicionalmente en la figura 6. Los ejemplos del dispositivo 10 incluyen, pero sin limitación, dispositivos de vídeo, tales como reproductores de medios, descodificadores, dispositivos inalámbricos, tales como teléfonos móviles o los denominados smartphones, asistentes personales digitales (PDA), ordenadores de escritorio, ordenadores portátiles, consolas de videojuegos, unidades de videoconferencia, dispositivos informáticos de tableta, y similares.

50 El procesador 12 puede ser la unidad de procesamiento central (CPU) del dispositivo 10. La GPU 16 puede ser una unidad de procesamiento configurada para realizar funciones relacionadas con gráficos. Por ejemplo, la GPU 16 puede generar y transmitir datos gráficos para su presentación en una pantalla, así como realizar funciones no relacionadas con gráficos que aprovechan el paralelismo de procesamiento masivo proporcionado por la GPU 16. Por ejemplo, la GPU 16 puede ejecutar tanto aplicaciones gráficas como aplicaciones no gráficas, con frecuencia denominadas como aplicaciones informáticas. Dado que la GPU 16 puede proporcionar capacidades de procesamiento de propósito general además de capacidades de procesamiento gráfico, la GPU 16 puede denominarse como una GPU de propósito general (GPGPU).

60 Los ejemplos del procesador 12 y la GPU 16 incluyen, pero sin limitación, cualquiera de una diversidad de hardware de procesamiento de propósito general o propósito especial, tal como un procesador de señales digitales (DSP), un microprocesador de propósito general, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programables en campo (FPGA), u otra circuitería lógica integrada o discreta equivalente. En algunos ejemplos, la GPU 16 puede ser un microprocesador que tiene múltiples núcleos de procesador diseñados para su uso específico, tal como proporcionar un procesamiento paralelo masivo para procesar gráficos, así como para ejecutar aplicaciones no relacionadas con gráficos. Además, aunque el procesador 12 y la GPU 16 se ilustran como componentes

separados, los aspectos de esta divulgación no están tan limitados. Por ejemplo, el procesador 12 y la GPU 16 pueden alojarse en un circuito integrado común (IC).

La memoria del sistema 26 es la memoria del sistema del dispositivo 10 y reside externa al procesador 12 y la GPU 16. Por ejemplo, la memoria del sistema 26 puede estar externa con respecto al procesador 12 y la GPU 16 y puede estar accesible a través de un bus del sistema. Como se ilustra, la memoria del sistema 26 puede almacenar aplicaciones que se ejecutan por el procesador 12 y la GPU 16. Por ejemplo, la aplicación gráfica 28 es una aplicación gráfica que la GPU 16 ejecuta. Los ejemplos de aplicación gráfica 28 incluyen sombreadores de vértices y sombreadores de fragmentos. La aplicación no gráfica 30 es una aplicación no gráfica que ejecuta la GPU 16. Un ejemplo de aplicación no gráfica 30 es una aplicación que une diferentes imágenes para crear una imagen panorámica. Por ejemplo, las imágenes pueden ser imágenes capturadas por el dispositivo 10, y unidas entre sí con la GPU 16. El controlador de GPU 14 es otro ejemplo de una aplicación que almacena la memoria del sistema 26. El procesador 12 puede ejecutar el controlador de GPU 14, que puede ser una aplicación que facilita la comunicación entre el procesador 12 y la GPU 16.

Además, la memoria del sistema 26 puede almacenar datos sobre los que las aplicaciones ejecutadas operan, así como los datos que resultan de la aplicación. Sin embargo, no todos de dichos datos necesitan almacenarse en la memoria del sistema 26 en cada ejemplo. En algunos casos, los datos pueden almacenarse localmente en una memoria en el procesador 12 o la GPU 16.

La memoria del sistema 26 puede ser un ejemplo de un medio de almacenamiento legible por ordenador. Por ejemplo, la memoria del sistema 26 puede almacenar instrucciones que hacen que el procesador 12 y la GPU 16 realicen funciones atribuidas a cada uno en esta divulgación. La memoria del sistema 26 puede considerarse como un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones que hacen que uno o más procesadores, por ejemplo, el procesador de aplicaciones 12 o la GPU 16 realicen diversas funciones.

Los ejemplos de memoria del sistema 26 incluyen, pero sin limitación, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de sólo lectura (ROM), o una memoria de sólo lectura eléctricamente borrrable programable (EEPROM), o cualquier otro medio que puede usarse para transportar o almacenar un código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y a los que se puede acceder por un ordenador o un procesador. En algunos ejemplos, la memoria del sistema 26 puede considerarse como un medio de almacenamiento no transitorio. La expresión "no transitorio" puede indicar que el medio de almacenamiento no está embebido en una onda portadora o una señal propagada. Sin embargo, no debe interpretarse que la expresión "no transitorio" significa que la memoria del sistema 26 es no móvil. Como un ejemplo, la memoria del sistema 26 puede retirarse del dispositivo 10, y trasladarse a otro dispositivo. Como otro ejemplo, un dispositivo de almacenamiento, sustancialmente similar a la memoria del sistema 26, puede insertarse en el dispositivo 10. En ciertos ejemplos, un medio de almacenamiento no transitorio puede almacenar datos que, con el tiempo, pueden cambiar (por ejemplo, en RAM).

Como se ha descrito anteriormente, la GPU 16 puede ejecutar una o más aplicaciones gráficas (por ejemplo, la aplicación gráfica 28) y una o más aplicaciones no gráficas (por ejemplo, la aplicación no gráfica 30) al mismo tiempo (es decir, en paralelo). Sin embargo, la deficiente gestión de recursos puede hacer que la ejecución de la aplicación no gráfica 30 interfiera con la ejecución de la aplicación gráfica 28. De acuerdo con las técnicas de esta divulgación, la GPU 16 puede ser capaz de ejecutar la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 al mismo tiempo con una interferencia de ejecución mínima.

Como se ilustra, la GPU 16 incluye tuberías de función gráfica 18A y 18B (denominadas colectivamente como la tubería de función gráfica 18), tuberías de función no gráfica 20A y 20B (denominadas colectivamente como la tubería de función no gráfica 20), el procesador de sombreador 22 y la memoria GPU 24. La memoria de GPU 24 puede ser una memoria interna para la GPU 16. Por ejemplo, la memoria de GPU 24 puede ser una memoria caché que permite que la tubería de función gráfica 18, la tubería de función no gráfica 20 y el procesador de sombreador 22 accedan rápidamente a los datos.

La tubería de función gráfica 18 maneja funciones relacionadas con gráficos y la tubería de función no gráfica 20 maneja funciones no relacionadas con gráficos. De esta manera, las técnicas descritas en esta divulgación definen recursos para funciones relacionadas con gráficos a partir de recursos para funciones no relacionadas con gráficos. Por ejemplo, las funciones relacionadas con gráficos que se procesan por la tubería de función gráfica 18 pueden no interferir con las funciones no relacionadas con gráficos que se procesan por la tubería de función no gráfica 20, y viceversa, incluso cuando la GPU 16 está realizando tanto funciones relacionadas con gráficos como no relacionadas con gráficos al mismo tiempo. En otras palabras, la tubería de función gráfica 18 y la tubería de función no gráfica 20 pueden realizar funciones respectivas en paralelo.

En algunos ejemplos, la tubería de función gráfica 18 y la tubería de función no gráfica 20 pueden incluir unidades de función fija. Sin embargo, la tubería de función gráfica 18 y la tubería de función no gráfica 20 pueden compartir el procesador de sombreador 22. El procesador sombreador 22 está configurado para ejecutar tanto aplicaciones gráficas como no gráficas al mismo tiempo. Por ejemplo, el procesador de sombreador 22 puede ejecutar la aplicación gráfica 28 y, al mismo tiempo, ejecutar la aplicación no gráfica 30. Aunque la figura 1 ilustra únicamente

una aplicación gráfica y una aplicación no gráfica, los aspectos de esta divulgación no están tan limitados. En otros ejemplos, la GPU 16 puede ejecutar una o más aplicaciones gráficas y una o más aplicaciones no gráficas al mismo tiempo.

5 Para ejecutar la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30, el procesador de sombreador 22 incluye una pluralidad de núcleos de sombreador que ejecutan las instrucciones de la aplicación gráfica 28 y de la aplicación no gráfica 30. Por ejemplo, los núcleos de sombreador pueden ejecutar subconjuntos de las instrucciones, denominados como grupos de trabajo o tareas, de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30. Estos núcleos de sombreador pueden asignarse a la aplicación gráfica 28 o la aplicación no gráfica 30.

10 En las técnicas descritas en esta divulgación, el controlador de GPU 14 puede reservar un primer conjunto de los núcleos de sombreador en el procesador de sombreador 22 para ejecutar la aplicación gráfica 28 y puede reservar un segundo conjunto de los núcleos de sombreador en el procesador de sombreador 22 para ejecutar la aplicación no gráfica 30. Como se ha descrito anteriormente, el controlador de GPU 14 puede permitir que el procesador 12 y la GPU 15 se comuniquen entre sí. La reserva de un núcleo de sombreador puede referirse a asignar ese núcleo de sombreador en el procesador de sombreador 22 a una particular de la aplicación gráfica 28 o la aplicación no gráfica 30. Por ejemplo, un núcleo de sombreador que está reservado para la aplicación gráfica 28 se asigna para ejecutar instrucciones de aplicación gráfica 28, y puede no ser capaz de ejecutar instrucciones de la aplicación no gráfica 30 hasta que el núcleo de sombreador ya no esté reservado para la aplicación gráfica 28. De forma análoga, un núcleo de sombreador que está reservado para una aplicación no gráfica 30 puede no ser útil para ejecutar instrucciones de aplicación gráfica 28 hasta que el núcleo de sombreador ya no está reservado para la aplicación no gráfica 30.

25 Como un ejemplo ilustrativo, el procesador de sombreador 22 puede incluir cuatro núcleos de sombreador, aunque son posibles más o menos núcleos de sombreador. En este ejemplo, el controlador de GPU 14 puede reservar dos de los cuatro núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28, y los otros dos núcleos de sombreador para la aplicación no gráfica 30. Sin embargo, es posible cualquier combinación de núcleos de sombreador. Por ejemplo, el controlador de GPU 14 puede reservar tres de los cuatro núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28, y el otro núcleo de sombreador para la aplicación no gráfica 30. Incluso puede ser posible para el controlador de GPU 14 reservar los cuatro núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28, y ninguno para la aplicación no gráfica 30, o viceversa.

35 El controlador de GPU 14 puede funcionar como la interfaz entre el procesador 12 y la GPU 16 que permite que el procesador 12 controle la GPU 16. Por ejemplo, cuando el procesador 12 necesita transmitir un comando a la GPU 16, es a través del controlador de GPU 14 por el que el procesador 12 transmite el comando. Los comandos que el procesador 12 puede transmitir a la GPU 16 incluyen comandos para cargar y ejecutar instrucciones de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30, comandos que indican a la GPU 16 donde se encuentran los datos en la memoria del sistema 26, y para cargar dichos datos, y otros de tales comandos. De esta manera, el procesador 12 puede controlar la funcionalidad de la GPU 16.

40 Como se ilustra, el controlador de GPU 14 se muestra en líneas discontinuas en el procesador 12. Esto sirve para ilustrar que el controlador de GPU 14 es el software que se está ejecutando en el procesador 12. En este ejemplo, la memoria del sistema 26 almacena el código fuente o el código objeto del controlador de GPU 14 que el procesador 12 recupera para la ejecución. Como alternativa, el controlador de GPU 14 puede ser hardware integrado en el procesador 12, o hardware externo al procesador 12 que se acopla al procesador 12 y la GPU 16. En general, el controlador de GPU 14 puede ser hardware, software, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Para fines de ilustración y claridad, los ejemplos descritos en esta divulgación se describen en el contexto del controlador de GPU 14 que es el software que se ejecuta en el procesador 12.

50 El controlador de GPU 14 puede utilizar diversos criterios para determinar el número de núcleos de sombreador que deben reservarse para la aplicación gráfica 28 y para la aplicación no gráfica 30. Como un ejemplo, dado que el procesador 12 controla la GPU 16, el procesador 12 puede ser conocedor de cuántas instrucciones para la aplicación gráfica 28 y cuántas instrucciones para la aplicación no gráfica 30 están actualmente en cola para su ejecución por los núcleos de sombreador del procesador de sombreador 22. En este ejemplo, el controlador de GPU 14 puede reservar los núcleos de sombreador en base al número de instrucciones para la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 que están en cola para su ejecución por el procesador de sombreador 22.

60 Por ejemplo, si hay números iguales de instrucciones que están en cola para la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30, el controlador de GPU 14 puede reservar un número equivalente de núcleos de sombreador del procesador de sombreador 22 para cada tipo de aplicación. Si hay más comandos para la aplicación no gráfica 30 que para la aplicación gráfica 28, el controlador de GPU 14 puede reservar más núcleos de sombreador para la aplicación no gráfica 30 que para la aplicación gráfica 28. Si no hay ninguna instrucción para la aplicación no gráfica 30 que esté actualmente en cola para su ejecución, el controlador de GPU 14 puede reservar todos los núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28. En algunos ejemplos, el número de núcleos de sombreador reservado para cada aplicación puede ser proporcional al número de instrucciones que están en cola para su ejecución. Sin embargo, otros factores, tales como el tiempo de ejecución y la prioridad, también pueden afectar al número de núcleos de sombreador reservado para cada una de las aplicaciones.

En algunos ejemplos, el controlador de GPU 14 puede desviarse hacia la aplicación gráfica 28. Por ejemplo, una aplicación gráfica que no responde puede degradar la experiencia de usuario. Para limitar tal degradación en la experiencia de usuario, el controlador de GPU 14 puede configurarse para garantizar que hay suficientes núcleos de sombreador dedicados a la aplicación gráfica 28, incluso si esto da como resultado una ligera degradación en la ejecución de instrucciones de la aplicación no gráfica 30. En otras palabras, desde una perspectiva de experiencia de usuario, la ejecución puntual de la aplicación gráfica 28 puede ser más valiosa que la ejecución puntual de la aplicación no gráfica 30. Para una mejor experiencia de usuario, el controlador de GPU 14 puede configurarse para sacrificar la ejecución puntual de la aplicación no gráfica 30 para dedicar suficientes núcleos de sombreador a la aplicación gráfica 28.

Para estos casos, el controlador de GPU 14 puede asignar los núcleos de sombreador de manera desigual. Por ejemplo, si hay un número equivalente de instrucciones en cola para la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30, el controlador de GPU 14 puede reservar más núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28 que para la aplicación no gráfica 30. Si hay el doble de instrucciones para la aplicación no gráfica 30 de las que hay para la aplicación gráfica 28, el controlador de GPU 14 puede asignar números equivalentes de núcleos de sombreador a cada una de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30.

De esta manera, el controlador de GPU 14 puede determinar cuántos núcleos de sombreador se necesitan por la aplicación gráfica 28 y cuántos núcleos de sombreador se necesitan por la aplicación no gráfica 30 para proporcionar una experiencia de usuario adecuada. Para conseguir dicha experiencia de usuario adecuada, el controlador de GPU 14 puede utilizar ciertos criterios. Por ejemplo, como se ha analizado anteriormente, la ejecución ininterrumpida de la aplicación gráfica 28 puede ser más importante que la ejecución lenta o retardada de la aplicación no gráfica 30, y el controlador de GPU 14 puede configurarse para asegurar que están disponibles suficientes núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28, incluso si esto significa que habrá menos núcleos de sombreador para la aplicación no gráfica 30.

En algunos ejemplos, puede ser posible priorizar la ejecución de la aplicación no gráfica 30 sobre la aplicación gráfica 28. Por ejemplo, la aplicación no gráfica 30 puede ser una aplicación importante cuya ejecución puntual puede ser más valiosa que la degradación secundaria potencial en el entorno gráfico. De esta manera, las prioridades relativas de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 pueden ser configurables.

El controlador de GPU 14, por ejemplo, ejecutado por el procesador 12, puede utilizar criterios adicionales en la determinación de cuántos núcleos de sombreador deben reservarse para la aplicación gráfica 28 y cuántos núcleos de sombreador deben reservarse para la aplicación no gráfica 30. Por ejemplo, una o más tareas de la aplicación gráfica 28 pueden completarse en un periodo relativamente corto de tiempo (por ejemplo, unos pocos milisegundos), mientras que una o más tareas de la aplicación no gráfica 30 pueden completarse en un periodo relativamente largo de tiempo (por ejemplo, unos pocos segundos). Como un ejemplo ilustrativo, la GPU 16 puede ejecutar una pluralidad de aplicaciones gráficas, una de las cuales es la aplicación gráfica 28, para generar una trama de un videojuego o una pantalla de interfaz de usuario. La GPU 16 también puede ejecutar, como ejemplo, la aplicación no gráfica 30 para unir múltiples imágenes de cámara en una única imagen panorámica como un ejemplo, o proporcionar un descifrado o descompresión, como otros ejemplos.

En esta situación, la GPU 16 puede necesitar generar tramas a una frecuencia de actualización de 30 a 60 tramas por segundo para conseguir una animación suave. Tal frecuencia de actualización de 30 a 60 tramas por segundo puede requerir el procesador de sombreador 22 para completar la ejecución de las tareas de la aplicación gráfica 28 en unos pocos milisegundos, de manera que la GPU 16 pueda conseguir la frecuencia de actualización de 30 a 60 tramas por segundo. La ejecución de la aplicación no gráfica 30 puede no requerir conseguir una animación suave, o por ende ninguna animación. Por lo tanto, puede ser adecuado para la GPU 16 completar la ejecución de la aplicación no gráfica 30 en más de pocos milisegundos. Por ejemplo, en este ejemplo, puede no ser necesario para la aplicación no gráfica 30 completar la unión de las imágenes de cámara en una única imagen panorámica en cuestión de pocos milisegundos, y puede ser adecuado para ello tardar de 0,5 a 1 segundo en completar la unión.

El controlador de GPU 14 puede utilizar el criterio de que, en general, la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 pueden requerir diferentes cantidades de tiempo para completar tareas para determinar el número de núcleos de sombreador para la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30. Una tarea, como se usa en esta divulgación, se refiere a un subconjunto de funciones que se realizan por la aplicación gráfica 28 o la aplicación no gráfica 30. Una tarea puede considerarse como un grupo de trabajo. Para la aplicación gráfica 28, puede haber formas lógicas en las que definir los grupos de trabajo. Por ejemplo, un grupo de trabajo puede incluir todas las funciones necesarias para generar una trama para la aplicación gráfica 28, o una casilla en la trama. Debido a esta delineación lógica de un grupo de trabajo, puede ser fácil predecir cuánto tardará el procesador de sombreador 22 en completar una tarea para la aplicación gráfica 28.

Puede no haber formas lógicas en las que delinear las funciones para la aplicación no gráfica 30, lo que puede hacer difícil estimar una cantidad de tiempo que tarda el procesador de sombreador 22 en completar una tarea para la aplicación no gráfica 30. Reservando los núcleos de sombreador del procesador de sombreador 22 para la

aplicación gráfica 28 y reservando los núcleos de sombreador del procesador de sombreador 22 para la aplicación no gráfica 30, las técnicas pueden ser capaces de minimizar la interferencia de ejecución entre la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30, incluso cuando pueda ser difícil predecir cuánto tiempo tardará la aplicación no gráfica 30 en completar las tareas.

5 Las técnicas descritas en esta divulgación pueden permitir una ejecución paralela eficiente de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 sin excesivo acceso a la memoria del sistema 26, y sin requerir múltiples GPU. Por ejemplo, la GPU 16 puede no necesitar detener la ejecución de la aplicación no gráfica 30 para ejecutar la aplicación gráfica 28. Por ejemplo, los núcleos de sombreador del procesador de sombreador 22 dedicados a las aplicaciones no gráficas operan únicamente en las aplicaciones no gráficas, mientras que los números de procesador del procesador de sombreador 22 dedicados a las aplicaciones gráficas operan por separado únicamente en las aplicaciones gráficas. Además, la técnica puede permitir que tanto la aplicación gráfica 28 como la aplicación no gráfica 30 se ejecuten en una única GPU 16.

15 Algunas otras técnicas pueden detener la ejecución de la aplicación no gráfica 30 para permitir la ejecución de la aplicación gráfica 28. Sin embargo, para detener la ejecución de la aplicación no gráfica 30, puede requerirse una GPU usada en estas otras técnicas para almacenar toda la información de estado de la aplicación no gráfica en el momento en que se pausa en la memoria del sistema 26, y recuperar toda la información de estado de la memoria del sistema 26 cuando la ejecución de la aplicación no gráfica 30 se reanuda. Este almacenamiento y recuperación de toda la información de estado puede consumir ancho de banda de bus y requerir una cantidad de potencia relativamente grande.

25 Puede considerarse que estas otras técnicas que detienen la ejecución de la aplicación no gráfica 30 y posteriormente reanudan la ejecución, entrelazan la ejecución de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30, en lugar de ejecutar estas aplicaciones al mismo tiempo. La ejecución paralela eficiente (es decir, al mismo tiempo) de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 al mismo tiempo, usando diferentes conjuntos de núcleos de procesador del procesador de sombreador 22, como se describe en esta divulgación, puede no requerir entrelazar la ejecución de estas aplicaciones, promoviendo de esta manera un uso eficiente del ancho de banda de bus y del consumo de energía.

30 En ejemplos de algunas otras técnicas adicionales, las técnicas cronometraron cuánto tardó una aplicación no gráfica, tal como la aplicación no gráfica 30, en ejecutarse en la GPU. Si la ejecución tardaba más que el tiempo umbral, la GPU detenía la ejecución de la aplicación no gráfica 30 totalmente. Sin embargo, dichas técnicas no permitieron que ciertos tipos de aplicaciones no gráficas se ejecutasen (por ejemplo, las que requerían más tiempo del asignado para ejecutarse).

35 En algunas otras técnicas más, un dispositivo incluirá dos GPU. Una GPU se reservará para la aplicación gráfica 28, y la otra se reservará para la aplicación no gráfica 30. Sin embargo, el uso de dos dispositivos de procesamiento gráfico utiliza espacio adicional en el dispositivo, donde dicho espacio adicional puede no estar disponible. Además, en un momento dado, puede ser posible que no haya ninguna aplicación gráfica que necesite ejecutarse, pero que haya una aplicación no gráfica que necesite ejecutarse, o viceversa. En cualquiera de estos casos, una GPU permanece inactiva, mientras que la otra GPU permanece activa, lo que puede ser un uso ineficaz de las GPU.

45 La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de la GPU de la figura 1 en más detalle. Por ejemplo, la figura 2 ilustra la GPU 16 en más detalle, donde la GPU 16 es un ejemplo de GPU de propósito general (GPGPU). Como se ilustra, además del procesador de sombreador 22 y la memoria de GPU 24, la GPU 16 puede incluir un procesador de comandos de gráficos 32, una unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34, unidades de función fija gráfica 36A y 36B (denominadas colectivamente como unidades de función fija gráfica 36), un procesador de comandos no gráficos 38, y una unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40. El procesador de sombreador 22 puede incluir múltiples núcleos de sombreador 42A-42N (denominados colectivamente como núcleos de sombreador 42). Por ejemplo, el procesador de sombreador 22 puede incluir cuatro núcleos de sombreador 42, aunque son posibles más o menos núcleos de sombreador 42. En algunos ejemplos, los núcleos de sombreador 42 pueden denominarse como núcleos de sombreador/textura para indicar que la texturización también puede producirse en dichos núcleos. Sin embargo, para facilitar el entendimiento, los núcleos de sombreador 42 se refieren a núcleos de sombreador o núcleos de sombreador/textura.

55 La GPU 16 puede incluir componentes adicionales a los ilustrados en la figura 2. Por ejemplo, como se ilustra, la unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40 transmite directamente al procesador de sombreador 22, y el procesador de sombreador 22 transmite directamente a la memoria de GPU 24. En otros ejemplos, puede haber uno o más componentes entre la unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40 y el procesador de sombreador 22, y entre el procesador de sombreador 22 y la memoria de GPU 24. Además, la disposición específica de los componentes en la GPU 16 también se proporciona con fines de ilustración, y no debe considerarse limitante. En ejemplos alternativos, los componentes pueden ordenarse de manera diferente a la ilustrada en la figura 2.

65 En la figura 2, el procesador de comandos de gráficos 32, la unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34, la unidad de función fija gráfica 36A, y la unidad de función fija gráfica 36B pueden ser parte de las tuberías de función

gráfica 18A y 18B (figura 1). Además, el procesador de comandos no gráficos 38 y la unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40 pueden ser parte de la tubería de función no gráfica 20A (figura 1). La GPU 16 puede incluir componentes que serán parte de la tubería de función no gráfica 20B (figura 1) que no se ilustran en la figura 2 con fines de claridad. Estos diversos componentes de la GPU 16 pueden implementarse como hardware, software que se ejecuta en hardware, o una combinación de los mismos. Para fines de ilustración únicamente y no como limitaciones, los componentes de la GPU 16 se describen como unidades de hardware.

Como se ilustra, la GPU 16 incluye dos procesadores de comandos (es decir, el procesador de comandos de gráficos 32 y el procesador de comandos no gráficos 38). En ejemplos alternativos, puede ser posible para la GPU 16 incluir un único procesador de comandos, como se describe en más detalle con respecto a la figura 3. En el ejemplo de la figura 2, el procesador de comandos de gráficos 32 y el procesador de comandos no gráficos 38 pueden ser idénticos entre sí. El procesador de comandos de gráficos 32 puede operar sobre comandos o instrucciones para funciones gráficas, y no para funciones no gráficas. El procesador de comandos no gráficos 38 puede operar sobre comandos o instrucciones para funciones no gráficas, y para funciones gráficas. De esta manera, la GPU 16 puede definirse entre comandos e instrucciones gráficas y no gráficas, lo que puede promover una ejecución paralela eficiente (por ejemplo, al mismo tiempo) tanto de aplicaciones gráficas como no gráficas en la GPU 16.

Por ejemplo, el controlador de GPU 14, que se ejecuta en el procesador 12, como se ilustra en la figura 1, puede dar instrucciones al procesador de comandos de gráficos 32 para recuperar instrucciones de la aplicación gráfica 28 y datos que se usarán por las instrucciones de la memoria del sistema 26. El controlador de GPU 14 también puede transmitir una indicación al procesador de comandos de gráficos 32 que indica el número de núcleos de sombreador 42 reservado para la aplicación gráfica 28 (por ejemplo, un primer conjunto de núcleos de sombreador 42 reservados para la aplicación gráfica 28), y posiblemente cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación gráfica 28. De forma análoga, el controlador de GPU 14 puede dar instrucciones al procesador de comandos no gráficos 38 para recuperar instrucciones de la aplicación no gráfica 30 y datos que se usarán por las instrucciones de la memoria del sistema 26. El controlador de GPU 14 también puede transmitir una indicación al procesador de comandos no gráficos 38 que indica el número de núcleos de sombreador 42 reservado para la aplicación no gráfica 30 (por ejemplo, un segundo conjunto de uno o más núcleos de sombreador 42 reservados para la aplicación no gráfica 30), y posiblemente cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación no gráfica 30.

La GPU 16 que incluye tanto un procesador de comandos de gráficos 32 como un procesador de comandos no gráficos 38 puede aumentar el tamaño total de la GPU 16, en comparación con otras GPU que incluyen un único procesador de comandos. Sin embargo, el aumento de tamaño debido a la inclusión de un procesador de comandos adicional puede ser relativamente mínimo. En la mayor parte de los casos, el aumento de tamaño debido a la inclusión del procesador de comandos adicional puede ser mucho menor que usando dos dispositivos de procesamiento gráfico separados, como se ha descrito anteriormente.

Además, la inclusión de un procesador de comandos adicional puede hacer que la GPU 16 use potencia adicional, en comparación con las GPU que incluyen un único procesador de comandos. Sin embargo, las técnicas descritas en esta divulgación pueden minimizar el uso de potencia adicional. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, el controlador de GPU 14 puede configurarse para determinar si hay instrucciones o comandos para la aplicación no gráfica 30 y la aplicación gráfica 28. Si no hay ninguna instrucción para la aplicación no gráfica 30, el controlador de GPU 14 puede ordenar al procesador de comandos no gráficos 38 que se apague. Después, el controlador de GPU 14 puede ordenar el encendido del procesador de comandos 38 cuando sea necesario.

La unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34 y la unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40 determinan cómo distribuir la carga de trabajo a los respectivos núcleos de sombreador reservados 42. Por ejemplo, la unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34 puede recibir una indicación de cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación gráfica 28 del procesador de comandos de gráficos 32. La unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34 puede determinar cómo deben dividirse las instrucciones que el procesador de comandos de gráficos 32 recuperó de la memoria del sistema 26 entre los núcleos de sombreador 42 reservados para la aplicación gráfica 28. La unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40 puede recibir una indicación de cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación no gráfica 30 del procesador de comandos no gráficos 38. La unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40 puede determinar cómo deben dividirse las instrucciones que el procesador de comandos no gráficos 38 recuperó de la memoria del sistema 26 entre los núcleos de sombreador 42 reservados para la aplicación no gráfica 30.

Las unidades de función fija gráfica 36 pueden ser unidades lógicas de función fija preprogramada que realizan funciones gráficas específicas. Por ejemplo, aunque la aplicación gráfica 28 que se ejecuta en los núcleos de sombreador reservados 42 del procesador de sombreador 22 puede permitir una flexibilidad funcional, las unidades de función fija gráfica 36 pueden proporcionar una flexibilidad funcional mínima, si la hubiera. Cada una de las unidades de función fija gráfica 36 puede incluir diversas unidades preprogramadas, tal como una unidad de montaje primitiva, una unidad truncada, una unidad de división de perspectiva, una unidad de transformación de visor, una unidad de prueba de la profundidad, una unidad de rasterización, una unidad de operación por fragmento, y una

unidad de mezcla alfa. Estas unidades de unidades de función fija 36, que pueden formar parte de la tubería de función gráfica 18A, se proporcionan con fines de ilustración, y no deben considerarse limitantes. Además, algunas de estas unidades pueden residir en unidades de función fija gráfica 36A, mientras que las otras pueden residir en unidades de función fija gráfica 36B. El orden específico de estas unidades también puede ser diferente en diferentes ejemplos.

En la figura 2, la unidad de función fija gráfica 36B y el procesador de sombreador 22 pueden transmitir a la memoria de GPU 24. La memoria de GPU 24 puede ser una memoria caché, tal como una caché especializada multi-fase que incluye una caché de búfer de color o una caché de propósito general (por ejemplo, basada en la dirección), o cualquier combinación de las mismas. En algunos ejemplos, la memoria de GPU 24 puede dividirse en dos áreas (es decir, memoria gráfica 44 y memoria no gráfica 46). En este ejemplo, la memoria gráfica 44 puede reservarse para las funciones gráficas, y la memoria no gráfica 46 puede reservarse para las funciones no gráficas.

La memoria de GPU 24 puede priorizar el espacio de almacenamiento para la memoria gráfica 44 sobre la memoria no gráfica 46. Como un ejemplo, al menos uno del procesador de comandos de gráficos 32 y el procesador de comandos no gráficos 38 puede ordenar a la memoria de GPU 24 priorizar los datos gráficos de almacenamiento sobre los datos no gráficos. En otras palabras, el almacenamiento para las funciones gráficas (por ejemplo, instrucciones o comandos, datos que se van a usar por las instrucciones o comandos, y los datos resultantes) pueden tener prioridad sobre el almacenamiento para las funciones no gráficas. En este ejemplo, los datos para las funciones no gráficas pueden almacenarse entonces en la memoria del sistema 26, en lugar de localmente en la memoria de GPU 24. Además, en los casos en los que se produce una pérdida de caché, las solicitudes para la aplicación gráfica 28, y las funciones gráficas en general, pueden tener prioridad sobre la aplicación no gráfica 30 y las funciones no gráficas en general para el acceso a la memoria del sistema 26, por ejemplo, a través de un bus del sistema. Tal prioridad en el almacenamiento de memoria y la recuperación puede garantizar adicionalmente que las aplicaciones gráficas se ejecuten de forma puntual para minimizar la degradación en la experiencia de usuario.

La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra otro ejemplo de la GPU de la figura 1 en más detalle. La GPU 16, como se ilustra en la figura 3 puede ser sustancialmente similar a la GPU 16 como se ilustra en la figura 2. Por consiguiente, con fines de brevedad, únicamente las unidades que son diferentes se describen en detalle. Las unidades ilustradas en la figura 3 con el mismo número de referencia que las unidades ilustradas en la figura 2 pueden funcionar de una manera sustancialmente similar.

En el ejemplo de la figura 3, la GPU 16 puede incluir un único procesador de comandos 33, en lugar de dos procesadores de comandos distintos (por ejemplo, el procesador de comandos de gráficos 32 y el procesador de comandos no gráficos 38 de la figura 2). En este ejemplo, el procesador de comandos 33 puede estar configurado para procesar dos o más flujos de comandos en paralelo (es decir, al mismo tiempo). Por ejemplo, el controlador de GPU 14 puede transmitir instrucciones similares al procesador de comandos 33 que las instrucciones que el controlador de GPU 14 transmitió al procesador de comandos de gráficos 32 y al procesador de comandos no gráficos 38.

Como un ejemplo el controlador de GPU 14 puede ordenar al procesador de comandos 33 recuperar instrucciones de la aplicación gráfica 28 de la memoria del sistema 26, recuperar datos que se usarán por las instrucciones de la memoria del sistema 26, indicar el número de núcleos de sombreador 42 reservado para la aplicación gráfica 28, y posiblemente indicar cuáles de los núcleos de sombreador 42 se reservan para la aplicación gráfica 28. Al mismo tiempo o en solapamiento que cuando el procesador de comandos 33 recibe instrucciones para la aplicación gráfica 28, el procesador de comandos 33 puede recibir instrucciones del controlador de GPU 14 que ordena al procesador de comandos 33 recuperar instrucciones de la aplicación no gráfica 30 de la memoria del sistema 26, recuperar datos que se van a usar por las instrucciones de la memoria del sistema 26, indicar el número de núcleos de sombreador 42 reservados para la aplicación no gráfica 30, y posiblemente indicar cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación no gráfica 30.

En este ejemplo, el procesador de comandos 33 puede configurarse para delimitarse entre qué instrucciones son para las funciones gráficas y qué instrucciones son para las funciones no gráficas. Por ejemplo, el controlador de GPU 14 puede indicar si las instrucciones que el controlador de GPU 14 transmite al procesador de comandos 33 son para las funciones gráficas o las funciones no gráficas. En general, el controlador de GPU 14 y el procesador de comandos 33 pueden utilizar cualquier técnica para definir instrucciones para las funciones gráficas, tales como instrucciones de la aplicación gráfica 28, e instrucciones para las funciones no gráficas, tales como instrucciones de la aplicación no gráfica 30.

En otros ejemplos de las GPU que incluyen un único procesador de comandos, tal procesador de comandos puede no haber sido capaz de recibir múltiples flujos de instrucciones del procesador al mismo tiempo o en solapamiento. El procesador de comandos 33 puede ordenar a la GPU 16 procesar instrucciones para la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30 al mismo tiempo. En algunos casos, si no hay ninguna instrucción para la aplicación gráfica 28, o la aplicación gráfica 28 está inactiva, el procesador de comandos 33 aún puede recibir las instrucciones para la aplicación no gráfica 30 para su ejecución. De forma análoga, si no hay ninguna instrucción para la aplicación no gráfica 30, o la aplicación gráfica 30 está inactiva, el procesador de comandos 33 aún puede recibir las instrucciones

para la aplicación gráfica 28 para su ejecución.

La figura 4 es un diagrama de flujo que ilustra una técnica ejemplar de acuerdo con uno o más ejemplos descritos en esta divulgación. Para fines de ilustración únicamente y facilitar la comprensión, se hace referencia a las figuras 1-3.

Una GPU puede recibir una indicación de un primer conjunto de uno o más núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de la GPU que se reservan para una aplicación gráfica (48). La GPU también puede recibir una indicación de un segundo y diferente conjunto de uno o más núcleos de sombreador del procesador de sombreador que se reservan para una aplicación no gráfica (50). Como un ejemplo, un primer procesador de comandos (por ejemplo, el procesador de comandos de gráficos 32) de la GPU 16 puede recibir una indicación del controlador de GPU 14 de un primer conjunto de núcleos de sombreador de los núcleos de sombreador 42 que están reservados para la aplicación gráfica 28. En este ejemplo, un segundo y diferente procesador de comandos (por ejemplo, el procesador de comandos no gráficos 38) de la GPU 16 puede recibir una indicación del controlador de GPU 14 de un segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador de los núcleos de sombreador 42 que están reservados para la aplicación no gráfica 30. En un ejemplo alternativo, el primer y segundo procesadores de comandos pueden ser un mismo procesador de comandos. Por ejemplo, en este ejemplo alternativo, el procesador de comandos 33 puede recibir una indicación del controlador de GPU 14 de un primer conjunto de núcleos de sombreador reservado para la aplicación gráfica 28, y una indicación de un segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador reservado para la aplicación no gráfica 30.

En cualquiera de estos ejemplos, la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador y la indicación del segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador pueden incluir una indicación que indica cuántos núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación gráfica 28, y cuántos núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación no gráfica 30. En algunos ejemplos, la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador y la indicación del segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador también pueden incluir una indicación de cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación gráfica 28, y cuáles de los núcleos de sombreador 42 están reservados para la aplicación no gráfica 30.

El primer conjunto de los núcleos de sombreador (por ejemplo, uno o más núcleos de sombreador 42) pueden ejecutar instrucciones de la aplicación gráfica tal como la aplicación gráfica 28 (52). Por ejemplo, el procesador de comandos de gráficos 32 o el procesador de comandos 33 pueden recibir instrucciones de la aplicación gráfica 28 para su ejecución, y hacer que el primer conjunto de núcleos de sombreador ejecute las instrucciones de la aplicación gráfica 28. En este ejemplo, el primer conjunto de los núcleos de sombreador puede no ejecutar instrucciones de la aplicación no gráfica 30. En algunos ejemplos, una primera unidad de distribución de carga de trabajo (por ejemplo, la unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34) puede determinar cuáles del primer conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación gráfica 28. En este ejemplo, el primer conjunto de núcleos de sombreador puede ejecutar las instrucciones determinadas por la unidad de distribución de carga de trabajo gráfica 34.

Un segundo conjunto de los núcleos de sombreador (por ejemplo, uno o más de los núcleos de sombreador restantes 42) puede ejecutar la instrucción de la aplicación no gráfica 30 (54). Por ejemplo, un procesador de comandos no gráfico 38 o un procesador de comandos 33 pueden recibir instrucciones de la aplicación no gráfica 30 para su ejecución, y hacer que el segundo conjunto de núcleos de sombreador ejecuten las instrucciones de la aplicación no gráfica 30. En este ejemplo, el segundo conjunto de los núcleos de sombreador puede no ejecutar instrucciones de la aplicación gráfica 28. En algunos ejemplos, una segunda unidad de distribución de carga de trabajo (por ejemplo, la unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40) puede determinar cuáles del segundo conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación no gráfica 30. En este ejemplo, el segundo conjunto de núcleos de sombreador puede ejecutar las instrucciones determinadas por la unidad de distribución de carga de trabajo no gráfica 40.

En algunos ejemplos, al mismo tiempo que cuando el primer conjunto de núcleos de sombreador están ejecutando las instrucciones de la aplicación gráfica 28, el segundo conjunto de núcleos de sombreador pueden estar ejecutando las instrucciones de la aplicación no gráfica 30 para permitir la ejecución paralela de la aplicación gráfica 28 y la aplicación no gráfica 30. En algunos ejemplos, al mismo tiempo que cuando la GPU 16, a través del procesador de comandos de gráficos 32 o el procesador de comandos 33, está recibiendo las instrucciones para la aplicación gráfica 28, la GPU 16, a través del procesador de comandos no gráficos 38 o el procesador de comandos 33, está recibiendo las instrucciones para la aplicación no gráfica 30.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra otra técnica ejemplar de acuerdo con uno o más ejemplos descritos en esta divulgación. Para fines de ilustración únicamente y facilitar la comprensión, se hace referencia a las figuras 1-3.

Un controlador en un procesador puede determinar un primer conjunto de núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de una GPU que están reservados para una aplicación gráfica que se va a ejecutar en el primer conjunto de núcleos de sombreador (56). Por ejemplo, el controlador de GPU 14, que puede estar ejecutándose en el procesador 12, puede determinar cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador 42 del procesador de sombreador 22 de la GPU 16 están reservados para la aplicación gráfica 28 para ejecutar la aplicación gráfica 28.

El controlador en el procesador puede determinar un segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador del procesador de sombreador de la GPU que están reservados para una aplicación no gráfica que se va a ejecutar en el segundo conjunto de núcleos de sombreador (58). Por ejemplo, el controlador de GPU 14 puede determinar cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador 42 del procesador de sombreador 22 de la GPU 16 están reservados para la aplicación no gráfica 30 para ejecutar la aplicación no gráfica 30.

En algunos ejemplos, el controlador de GPU 14 puede determinar que el primer conjunto de núcleos de sombreador (es decir, los reservados para la aplicación gráfica 28) incluyen más núcleos de sombreador que el segundo conjunto de núcleos de sombreador (es decir, los reservados para la aplicación no gráfica 30). Para hacer la determinación de cuántos núcleos de sombreador deben reservarse para la aplicación gráfica 28, el controlador de GPU 14 puede determinar un número de instrucciones de la aplicación gráfica 28 que están actualmente en cola. De forma análoga, para hacer la determinación de cuántos núcleos de sombreador deben reservarse para la aplicación no gráfica 30, el controlador de GPU 14 puede determinar un número de instrucciones de la aplicación no gráfica 30 que están actualmente en cola.

El controlador puede transmitir a un primer procesador de comandos en la GPU una indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador (60). El controlador también puede transmitir a un segundo procesador de comandos en la GPU una indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador (62). Después, la GPU puede ejecutar la aplicación gráfica 28 en el primer conjunto de núcleos de sombreador, y ejecutar la aplicación no gráfica 30 en el segundo conjunto de núcleos de sombreador. En algunos ejemplos, el primer y segundo procesadores de comandos pueden ser procesadores de comandos diferentes. En ejemplos alternativos, el primer y segundo procesadores de comandos pueden ser un mismo procesador de comandos. Por ejemplo, el controlador de GPU 14 puede transmitir una indicación al procesador de comandos de gráficos 32 que indica cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador 42 se reservan para la aplicación gráfica 28, y transmitir una indicación al procesador de comandos no gráficos 38 que indica cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador 42 se reservan para la aplicación no gráfica 30, en ejemplos en los que el primer y segundo procesadores de comandos son procesadores de comandos diferentes. En otro ejemplo, el controlador de GPU 14 puede transmitir una indicación al procesador de comandos 33 que indica cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador 42 se reservan para la aplicación gráfica 28, y transmitir una indicación al procesador de comandos 33 que indica cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador 42 se reservan para la aplicación no gráfica 30, en ejemplos en los que el primer y segundo procesadores de comandos son un mismo procesador de comandos.

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo ejemplar, ilustrado en la figura 1, en más detalle. Por ejemplo, la figura 6 ilustra el dispositivo 10 de la figura 1 en más detalle. Con fines de brevedad, únicamente los componentes del dispositivo 10 que se ilustran en la figura 6, pero no se ilustran en la figura 1, se describen en detalle.

En el ejemplo de la figura 6, el dispositivo 10 puede incluir el procesador 12, la GPU 16, la memoria 26, el módulo de transceptor 64, la interfaz de usuario 66, la pantalla 68, y el procesador de pantalla 70. El dispositivo 10 puede incluir módulos o unidades adicionales que no se muestran en la figura 6 con fines de claridad. Por ejemplo, el dispositivo 10 puede incluir un altavoz y un micrófono, ninguno de los cuales se muestra en la figura 6, para realizar comunicaciones telefónicas en ejemplos en los que el dispositivo 10 es un teléfono móvil inalámbrico, o un altavoz cuando el dispositivo 10 es un reproductor multimedia. El dispositivo 10 también puede incluir una cámara de vídeo. Además, los diversos módulos y unidades que se muestran en el dispositivo 10 pueden no estar necesariamente en cada ejemplo del dispositivo 10. Por ejemplo, la interfaz de usuario 66 y la pantalla 68 pueden ser externas al dispositivo 10 en ejemplos en los que el dispositivo 10 es un ordenador de escritorio u otro dispositivo que está equipado a la interfaz con una interfaz de usuario o pantalla externa.

Los ejemplos de interfaz de usuario 66 incluyen, pero sin limitación, una rueda de desplazamiento, un ratón, un teclado, y otros tipos de dispositivos de entrada. La interfaz de usuario 66 también puede ser una pantalla táctil y puede incorporarse como parte de la pantalla 68. El módulo de transceptor 64 puede incluir circuitería para permitir la comunicación inalámbrica o alámbrica entre el dispositivo 10 y otro dispositivo o una red. El módulo de transceptor 64 puede incluir moduladores, desmoduladores, amplificadores y otra de tal circuitería para comunicación alámbrica o inalámbrica. La pantalla 68 puede comprender una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de diodos emisores de luz orgánicos (OLED), una pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT), una pantalla de plasma, u otro tipo de dispositivo de pantalla.

En algunos ejemplos, después de que la GPU 16 genera los datos gráficos para su visualización en la pantalla 68, la GPU 16 puede transmitir los datos gráficos resultantes a la memoria del sistema 26 para su almacenamiento temporal. El procesador de pantalla 70 puede recuperar los datos gráficos de la memoria del sistema 26, realizar cualquier procesamiento posterior en los datos gráficos, y transmitir los datos gráficos resultantes a la pantalla 68. Por ejemplo, el procesador de pantalla 70 puede realizar cualquier mejora adicional o escalar los datos gráficos generados por la GPU 16. En otros ejemplos, puede ser posible para la GPU 16 transmitir los datos gráficos a una memoria intermedia de trama en la memoria del sistema 26 que después transmite los datos gráficos a la pantalla 68. En este ejemplo, el procesador de pantalla 70 puede no ser necesario.

En el ejemplo de la figura 6, el procesador 12 y la GPU 16 pueden configurarse como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 1-5. Por ejemplo, la GPU 16 puede incluir un procesador de sombreador que incluye una pluralidad de núcleos de sombreador. El procesador 12 puede reservar un primer conjunto de la pluralidad de núcleos de sombreador para la GPU 16 para ejecutar una aplicación gráfica, y reservar un segundo conjunto de la pluralidad de núcleos de sombreador para la GPU 16 para ejecutar una aplicación no gráfica. En este ejemplo, y como se ha descrito anteriormente, los núcleos de sombreador reservados para aplicaciones gráficas pueden no ejecutar instrucciones para aplicaciones no gráficas, y viceversa.

En uno o más ejemplos, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse como una o más instrucciones o como código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador pueden incluir medios de almacenamiento de datos de ordenador. Los medios de almacenamiento de datos pueden ser cualquier medio disponible que pueda ser accedido por uno o más ordenadores o uno o más procesadores para recuperar instrucciones, código y/o estructuras de datos para la implementación de las técnicas descritas en esta divulgación. A modo de ejemplo, y no de manera limitativa, tales medios legibles por ordenador pueden comprender una memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de sólo lectura (ROM), EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que pueda accederse mediante un ordenador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos Blu-ray, donde los discos normalmente reproducen datos de manera magnética, así como de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo anterior también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

El código puede ser ejecutado por uno o más procesadores, tales como uno o más procesadores de señales digitales (DSP), microprocesadores de propósito general, circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices lógicas de campo programable (FPGA), u otro circuito lógico integrado o discreto equivalente. Por consiguiente, el término "procesador", como se usa en el presente documento, puede referirse a cualquier estructura anterior o a cualquier otra estructura adecuada para la implementación de las técnicas descritas en el presente documento. Además, las técnicas pueden implementarse completamente en uno o más circuitos o elementos lógicos.

Las técnicas de esta divulgación se pueden implementar en una gran variedad de dispositivos o aparatos, incluyendo un teléfono inalámbrico, un circuito integrado (IC) o un conjunto de IC (es decir, un conjunto de chips). Varios componentes, módulos o unidades se describen en esta divulgación para enfatizar aspectos funcionales de dispositivos configurados para realizar las técnicas divulgadas, pero no requieren necesariamente la realización mediante diferentes unidades de hardware. Más bien, como se ha descrito anteriormente, diversas unidades pueden combinarse en una unidad de hardware o proporcionarse por una colección de unidades de hardware interoperativas, incluyendo uno o más procesadores como se ha descrito anteriormente, junto con el software y / o firmware adecuado.

Se han descrito varios ejemplos. Estos y otros ejemplos están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento, que comprende:

5 recibir (48), con una unidad de procesamiento gráfico, GPU, una indicación de un primer conjunto de núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de la GPU que están reservados para ejecutar instrucciones de una aplicación gráfica;

10 recibir (50), con la GPU, una indicación de un segundo conjunto diferente de núcleos de sombreador del mismo procesador de sombreador de la misma GPU que se reservan para ejecutar instrucciones de una aplicación no gráfica;

recibir, con la GPU, las instrucciones de la aplicación gráfica;

15 recibir, con la GPU, las instrucciones de la aplicación no gráfica;

determinar, con una primera unidad de distribución de carga de trabajo de la GPU, cuáles del primer conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación gráfica;

20 determinar, con una segunda y diferente unidad de distribución de carga de trabajo de la GPU, cuáles del segundo conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación no gráfica;

25 ejecutar (52), con la GPU, cada una de las instrucciones de la aplicación gráfica con el primer conjunto de núcleos de sombreador, y ningún otro núcleo de sombreador, basándose en la determinación de cuáles del primer conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación gráfica; y

30 sustancialmente al mismo tiempo que la ejecución de las instrucciones de la aplicación gráfica, ejecutar (54), con la GPU, cada una de las instrucciones de la aplicación no gráfica con el segundo conjunto de núcleos de sombreador, y ningún otro núcleo de sombreador, basándose en la determinación de cuáles del segundo conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación no gráfica y sin entrelazar la ejecución de la aplicación no gráfica y la ejecución de la aplicación gráfica.

35 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la recepción de la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador comprende recibir, con un primer procesador de comandos de la GPU, la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador, y en el que la recepción de la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador comprende recibir, con un segundo procesador de comandos diferente de la GPU, la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador.

40 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la recepción de la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador comprende recibir, con un procesador de comandos de la GPU, la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador, y en el que la recepción de la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador comprende recibir con el mismo procesador de comandos, la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador.

45 4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la recepción de instrucciones de la aplicación no gráfica comprende recibir las instrucciones de la aplicación no gráfica al mismo tiempo que la recepción de instrucciones de la aplicación gráfica.

50 5. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
priorizar el almacenamiento de resultados de la ejecución de las instrucciones de la aplicación gráfica en una memoria caché en la GPU con respecto al almacenamiento de los resultados de la ejecución de las instrucciones de la aplicación no gráfica en la memoria caché en la GPU.

55 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la recepción de la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador comprende recibir, con un primer procesador de comandos de la GPU, la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador, y en el que la recepción de la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador comprende recibir, con un segundo procesador de comandos diferente de la GPU, la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador, comprendiendo adicionalmente el procedimiento:

60 recibir una indicación para desconectar el segundo procesador de comandos cuando no hay ninguna instrucción de la aplicación no gráfica; y

desconectar el segundo procesador de comandos en respuesta a la recepción de la indicación.

65 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que un número de núcleos de sombreador del primer conjunto de núcleos de sombreador es diferente a un número de núcleos de sombreador del segundo conjunto de

núcleos de sombreador.

8. Un procedimiento, que comprende:

5 determinar (56), con un controlador en un procesador, cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de una unidad de procesamiento gráfico, GPU, se reservan para una aplicación gráfica, en el que los núcleos de sombreador determinados que están reservados para la aplicación gráfica comprenden un primer conjunto de núcleos de sombreador, y en el que todas las instrucciones de la aplicación gráfica se ejecutarán en el primer conjunto de núcleos de sombreador;

10 determinar (58), con el controlador en el procesador, cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador del mismo procesador de sombreador de la misma GPU se reservan para una aplicación no gráfica, en el que los núcleos de sombreador determinados que están reservados para la aplicación no gráfica comprenden un segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador, y en el que todas las instrucciones de la aplicación no gráfica se ejecutarán por el segundo conjunto de núcleos de sombreador; y

15 transmitir (60, 62) a la GPU una indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador y una indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador para permitir que la GPU ejecute instrucciones de la aplicación gráfica e instrucciones de la aplicación no gráfica sustancialmente al mismo tiempo sin entrelazar la ejecución de la aplicación gráfica y la aplicación no gráfica.

20

9. El procedimiento según la reivindicación 8, que comprende además:

25 determinar que el primer conjunto de núcleos de sombreador incluyen más núcleos de sombreador que el segundo conjunto de núcleos de sombreador de manera que estén disponibles más núcleos de sombreador para ejecutar la aplicación gráfica.

10. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la determinación del primer conjunto de núcleos de sombreador comprende determinar el primer conjunto de núcleos de sombreador en base a un número de instrucciones en cola de las aplicaciones gráficas y/o la determinación del segundo conjunto de núcleos de sombreador comprende determinar el segundo conjunto de núcleos de sombreador en base a un número de instrucciones en cola de las aplicaciones no gráficas.

30

11. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la transmisión comprende:

35 transmitir a un primer procesador de comandos en la GPU la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador; y

40 transmitir a un segundo procesador diferente en la GPU la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador.

12. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que la transmisión comprende:

45 transmitir a un procesador de comandos en la GPU la indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador; y

transmitir al mismo procesador de comandos en la GPU la indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador.

50 13. Una unidad de procesamiento gráfico, GPU, (16) que comprende:

55 primeros medios para recibir una indicación de un primer conjunto de núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de la GPU que están reservados para ejecutar instrucciones de una aplicación gráfica;

segundos medios para recibir una indicación de un segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador del mismo procesador de sombreador de la misma GPU que están reservados para ejecutar instrucciones de una aplicación no gráfica;

60 terceros medios (32; 33) para recibir las instrucciones de la aplicación gráfica;

cuartos medios (38; 33) para recibir las instrucciones de la aplicación no gráfica;

65 medios para determinar cuáles del primer conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación gráfica;

medios para determinar cuáles del segundo conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación no gráfica;

5 medios (34) para ejecutar cada una de las instrucciones de la aplicación gráfica con el primer conjunto de núcleos de sombreador, y ningún otro núcleo de sombreador, en base a la determinación de cuáles del primer conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación gráfica; y

10 al mismo tiempo que la ejecución de las instrucciones de la aplicación gráfica, un medio (40) para ejecutar cada una de las instrucciones de la aplicación no gráfica con el segundo conjunto de núcleos de sombreador, y ningún otro núcleo de sombreador, en base a la determinación de cuáles del segundo conjunto de núcleos de sombreador ejecutan cuáles de las instrucciones de la aplicación no gráfica y sin entrelazar la ejecución de la aplicación no gráfica y la ejecución de la aplicación gráfica.

15 14. Un procesador que comprende:

medios para determinar cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador de un procesador de sombreador de una unidad de procesamiento gráfico, GPU, se reservan para una aplicación gráfica, en el que los núcleos de sombreador determinados que están reservados para la aplicación gráfica comprenden un primer conjunto de núcleos de sombreador, y en el que todas las instrucciones de la aplicación gráfica se ejecutarán en el primer conjunto de núcleos de sombreador;

20 medios para determinar cuántos y cuáles de los núcleos de sombreador del mismo procesador de sombreador de la misma GPU se reservan para una aplicación no gráfica, en el que los núcleos de sombreador determinados que se reservan para la aplicación no gráfica comprenden un segundo y diferente conjunto de núcleos de sombreador, y en el que todas las instrucciones de la aplicación no gráfica se ejecutarán por el segundo conjunto de núcleos de sombreador; y

25 medios para transmitir a la GPU una indicación del primer conjunto de núcleos de sombreador y una indicación del segundo conjunto de núcleos de sombreador para permitir que la GPU ejecute instrucciones de la aplicación gráfica e instrucciones de la aplicación no gráfica sustancialmente al mismo tiempo sin entrelazar la ejecución de la aplicación gráfica y la aplicación no gráfica.

30 15. Medios de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones que hacen que uno o más procesadores realicen el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

35

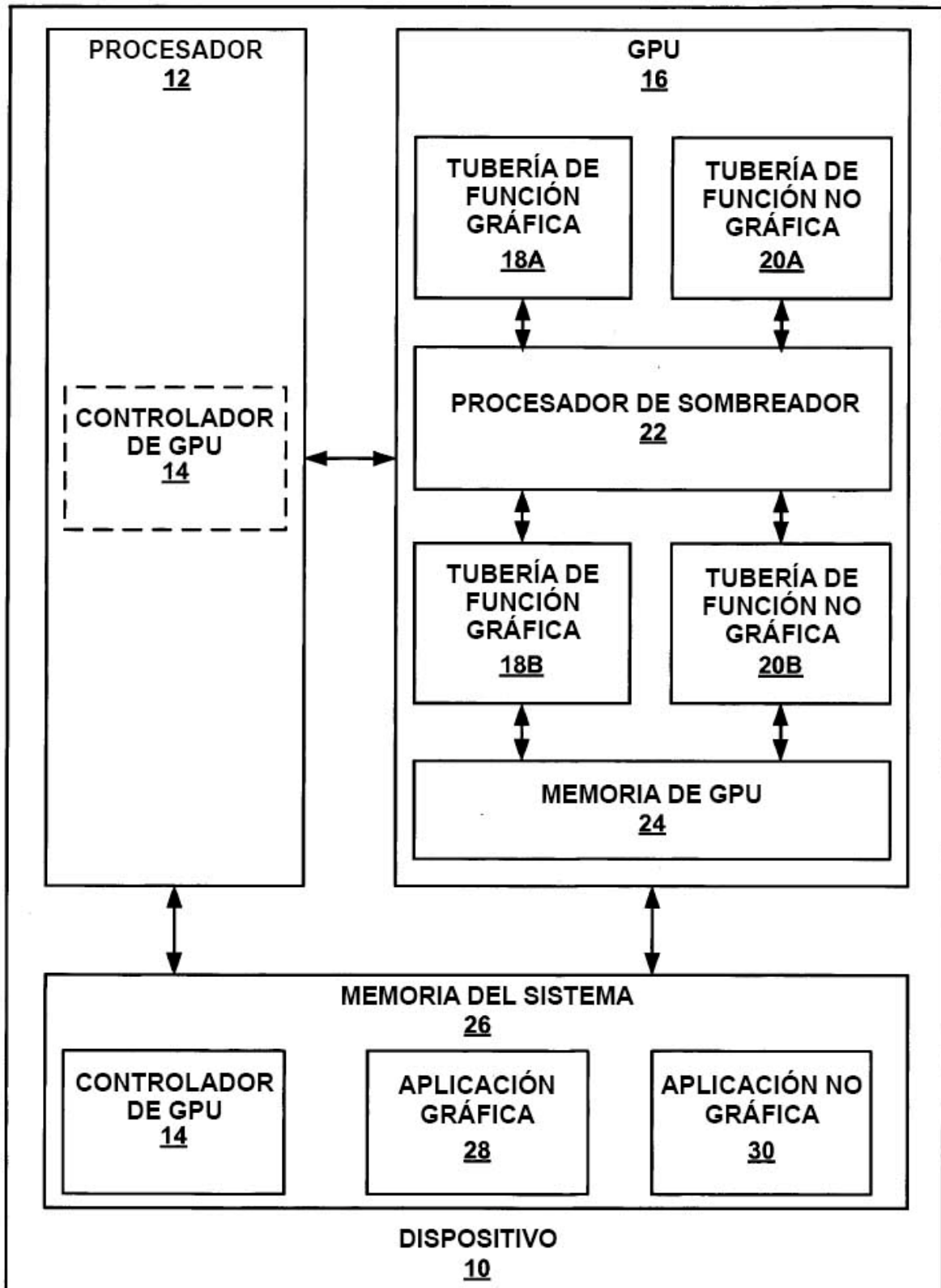


FIG. 1

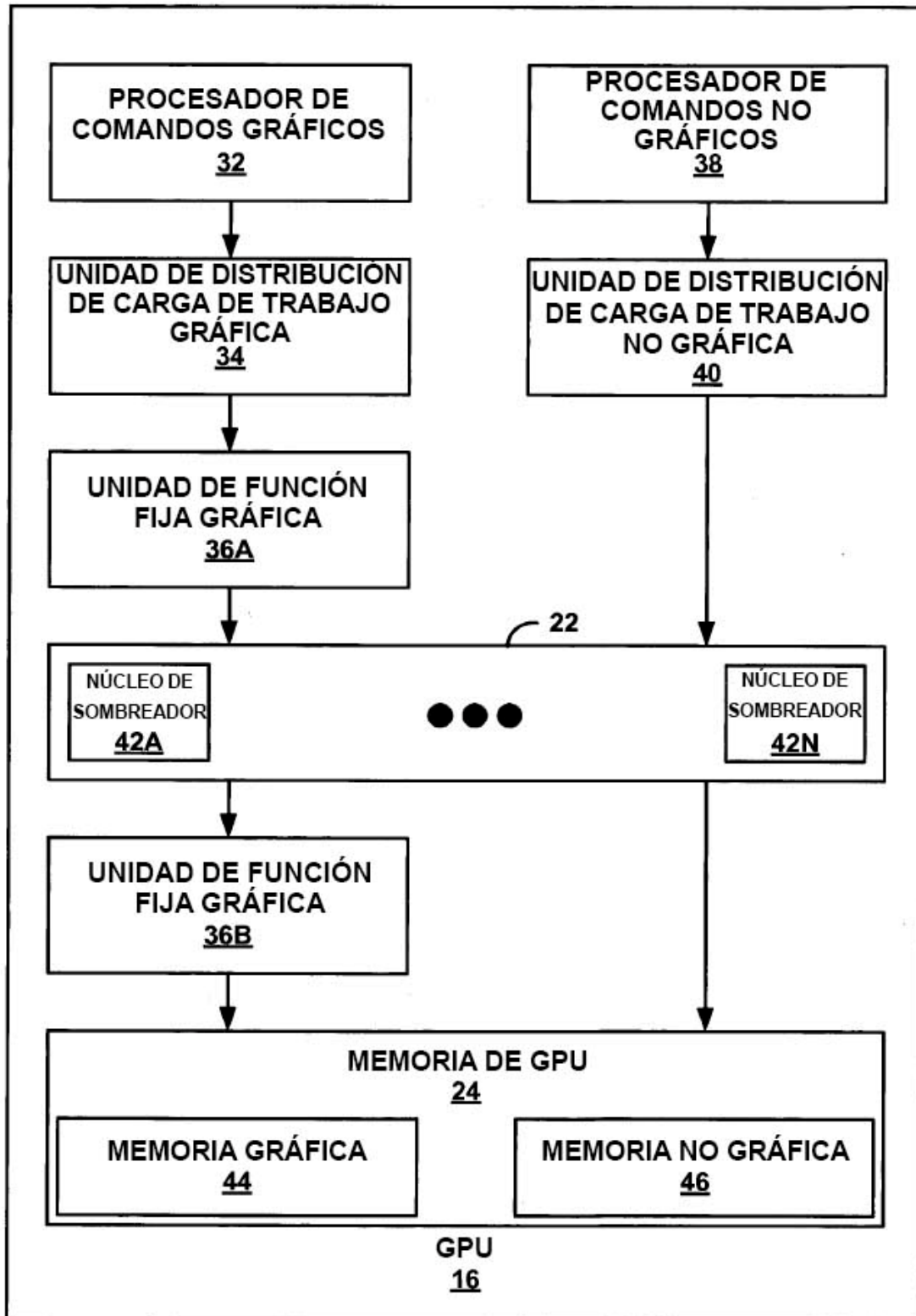


FIG. 2

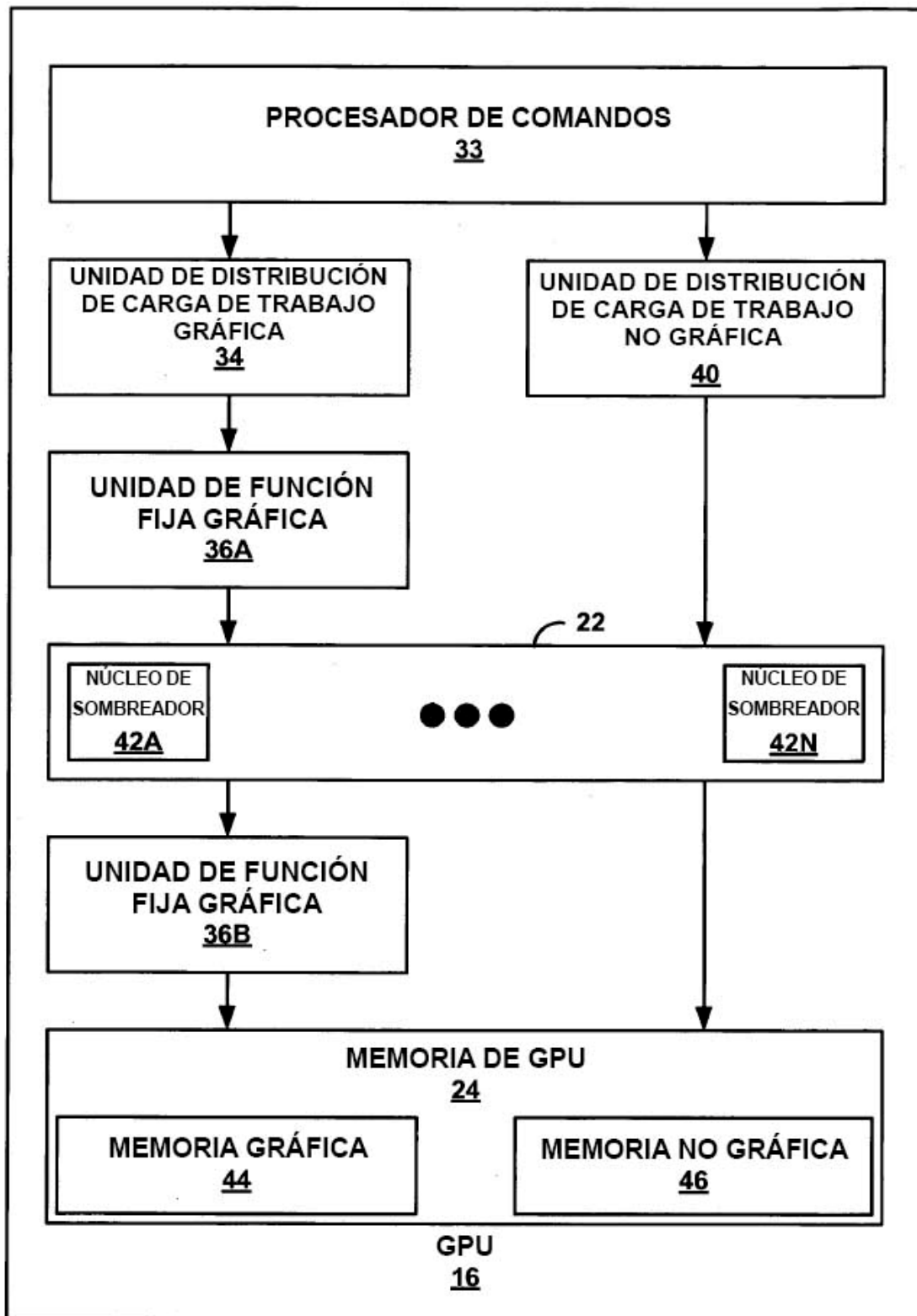


FIG. 3

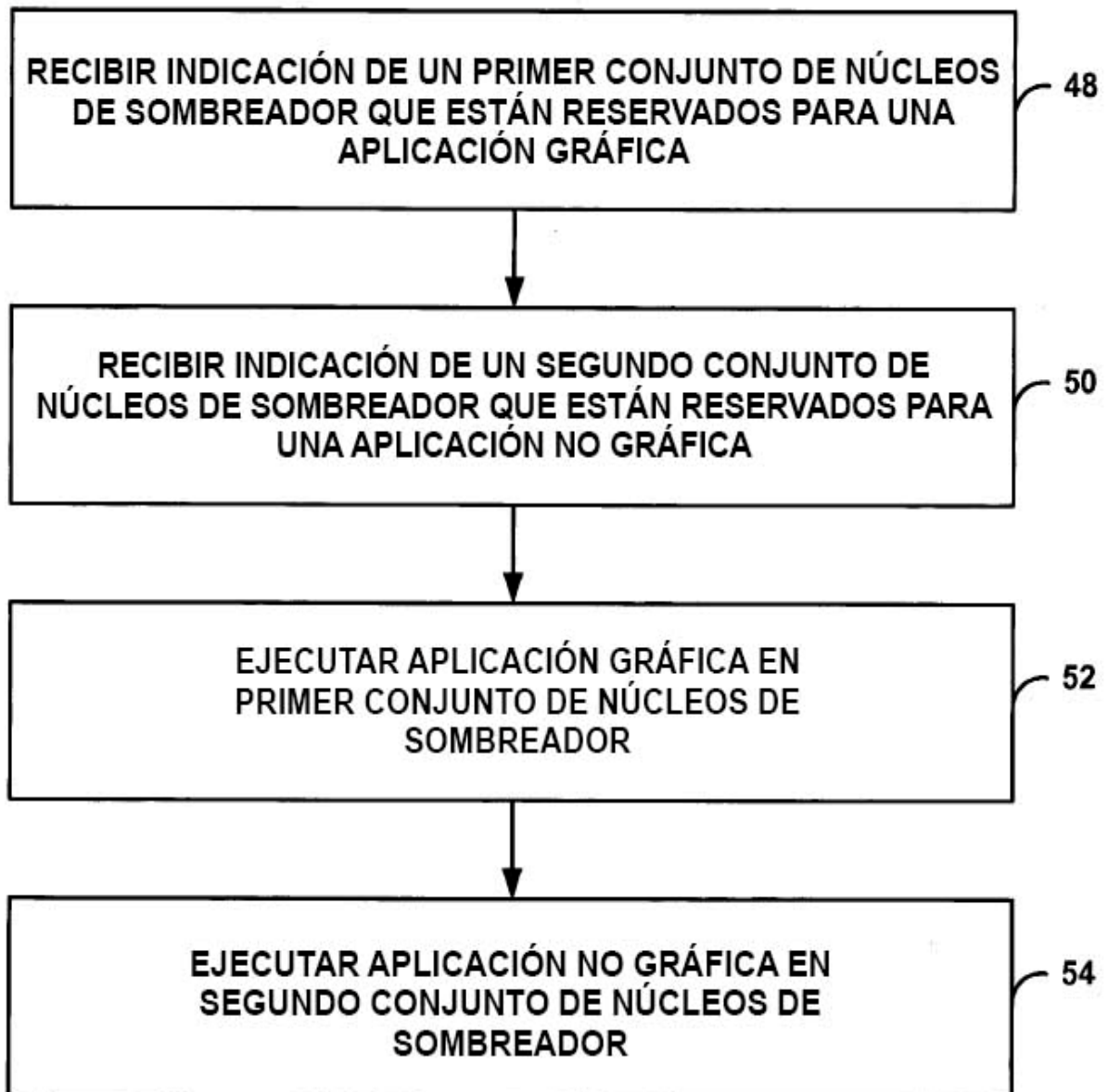


FIG. 4

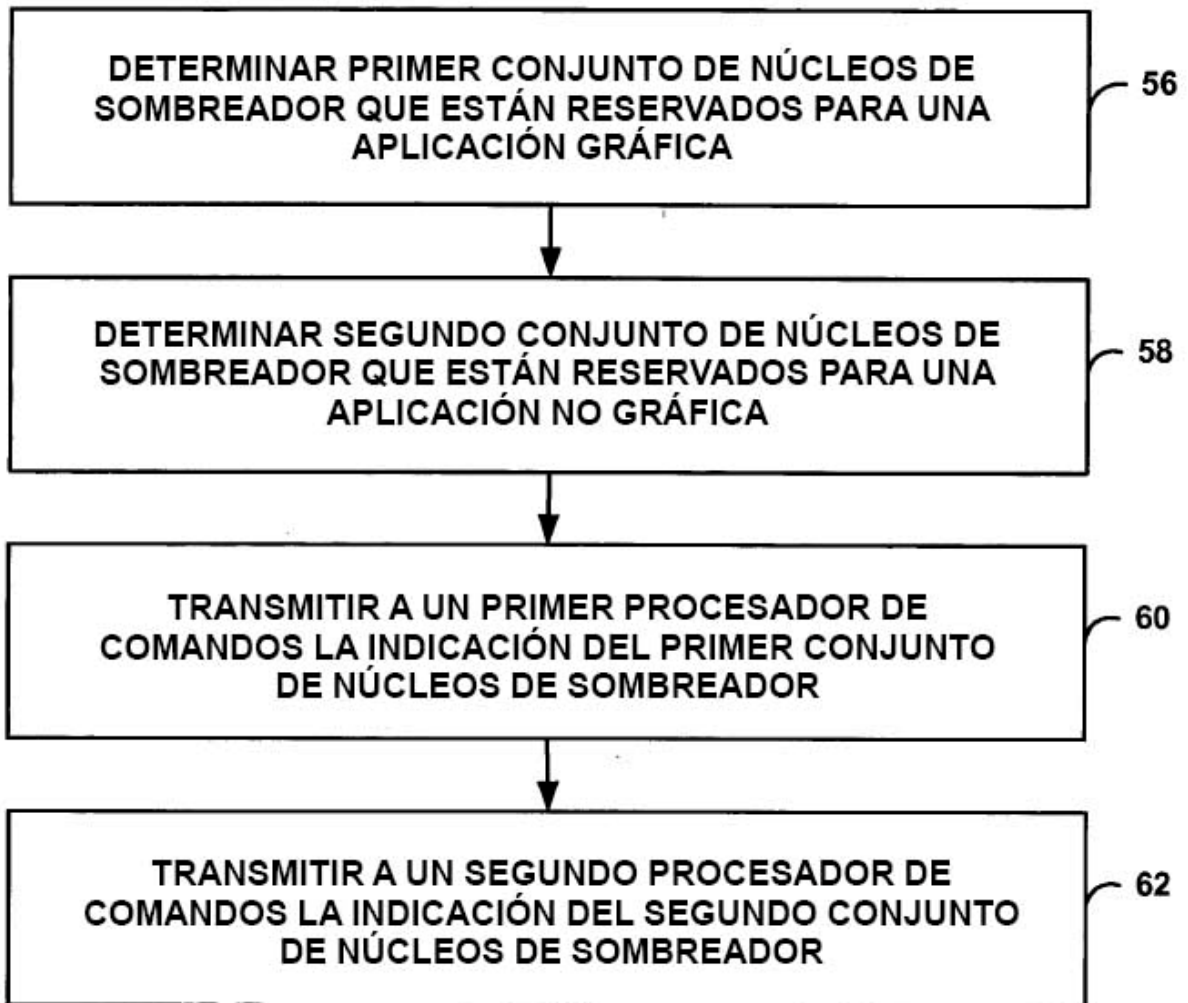


FIG. 5

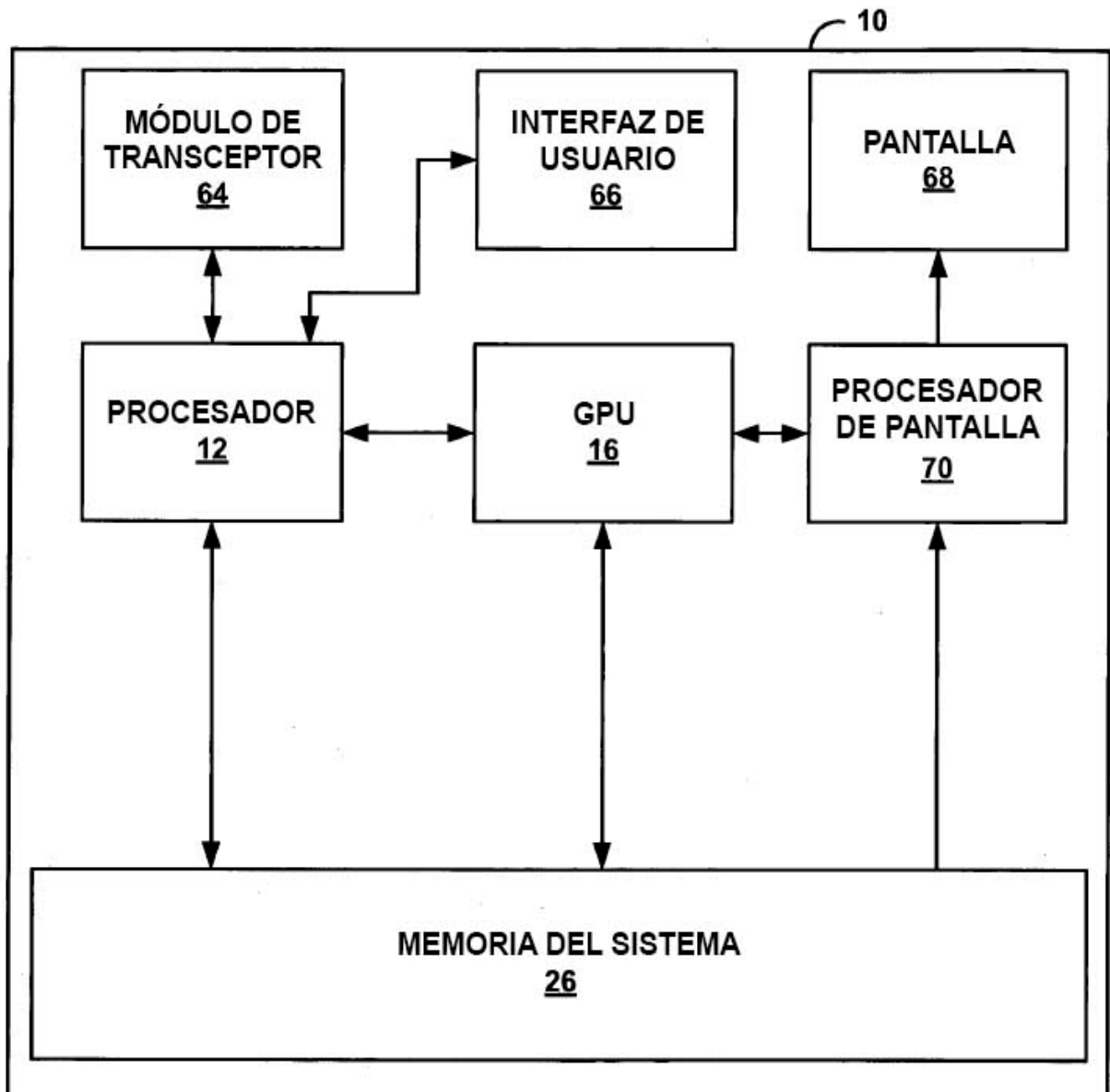


FIG. 6