(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7690641号
(P7690641)

(45)発行日　令和7年6月10日(2025.6.10)

(24)登録日　令和7年6月2日(2025.6.2)

(51)国際特許分類		FI		
H04L 47/24 (2022.01)		H04L	47/24	
G06F 13/28 (2006.01)		G06F	13/28	310J
G06F 15/173 (2006.01)		G06F	13/28	310Z
H04L 67/568 (2022.01)		G06F	15/173	665D
		H04L	67/568	

請求項の数　11　（全28頁）

(21)出願番号　特願2024-70295(P2024-70295)
(22)出願日　令和6年4月24日(2024.4.24)
(65)公開番号　特開2025-5382(P2025-5382A)
(43)公開日　令和7年1月16日(2025.1.16)
審査請求日　令和6年4月24日(2024.4.24)
(31)優先権主張番号　202310762123.8
(32)優先日　令和5年6月27日(2023.6.27)
(33)優先権主張国・地域又は機関
中国(CN)

(73)特許権者　524040568
中科馭数（北京）科技有限公司
中華人民共和国 １０００９４ 北京市海淀区北清路８１号院一区４号楼１４層１４０１室
(74)代理人　110002262
ＴＲＹ国際弁理士法人
(74)代理人　100095407
弁理士　木村 満
(74)代理人　100132883
弁理士　森川 泰司
(74)代理人　100148633
弁理士　桜田 圭
(74)代理人　100147924
弁理士　美恵 英樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法及びＲＤＭＡネットワークカード

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法であって、

送信側ＲＤＭＡネットワークカードは、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュすることであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥであることと、

グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信することと、

第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を

戻すことと、
　第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すことと、
　グループ間スケジューラによって第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果を前記送信側ＲＤＭＡネットワークカード上のＷＱＥ処理モジュールに伝送することと、
　ＷＱＥ処理モジュールによってＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すこととを含む、ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法。
【請求項２】
　該方法は、
　前記ＲＤＭＡネットワークカード上のドライブインタフェースによってテナントの識別要求を受信し、前記識別要求に基づいてテナントにテナントタイプ識別を含むテナント識別を提供することと、
　テナント識別が割り当てられた各テナントに対して、テナントタイプ識別が含まれる前記キューペア識別を有するキューペアを作成し、且つ前記キューペアに対してＷＱＥを記憶するためのキューペアリソースを割り当てることと、をさらに含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
　前記テナントタイプ識別は、予め設定された長さの２進数であり、前記テナントタイプ識別は、前記テナント識別の最後のビットである、請求項２に記載の方法。
【請求項４】
　前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、
　第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて第１のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをトラバースし、遅延敏感グループ内の異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをポーリングすることであって、ここで、前記アクティブリンクリストに遅延敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき遅延敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの遅延敏感型ＷＱＥの非空キューに対応することと、
　ポーリングされたアクティブリンクリストの先頭のキューのＷＱＥをＷＱＥスケジューリング結果として前記グループ間スケジューラに戻し、且つ対応するノードを前記アクティブリンクリストから削除することと、を含む、請求項１に記載の方法。
【請求項５】
　前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、前記第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、
　第２のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムに基づいて第２のスケジューラによっ

て維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの帯域幅敏感型ＷＱＥのキューのトークンカウンタをトラバースし、所定のリフレッシュ周期と毎回のトークンリフレッシュ数に従ってトークンをリフレッシュしてトークンカウンタカウントを更新することを含み、ここで、前記アクティブリンクリストに帯域幅敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき帯域幅敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの帯域幅敏感型ＷＱＥの非空キューに対応する、請求項１に記載の方法。

【請求項６】

該方法は、

待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内のＷＱＥに対して、待機ＷＱＥ状態モジュールによって待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外にアイドルと占有の２つの状態を含む全ての待機ＷＱＥ状態を出力し、前記待機ＷＱＥ状態モジュールによって提供されるセットとリセットインターフェースに基づいてＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うことをさらに含む、請求項１に記載の方法。

【請求項７】

前述した、グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定するステップは、

グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することを含む、請求項１に記載の方法。

【請求項８】

前述した、毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することは、毎回のスケジューリング結果に基づいてスケジューリング結果に対応する遅延敏感グループ又は帯域幅敏感グループの重みを低減させることを含む、請求項７に記載の方法。

【請求項９】

ＲＤＭＡネットワークカードであって、

キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュするための制御モジュールであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥである制御モジュールと、

前記帯域幅敏感グループのうちの少なくとも一部の処理すべきＷＱＥを記録するための前記待機ステーションと、

遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、且つ第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果をＷＱＥ処理モジュールに伝送するためのグループ間スケジューラと、

グループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すための第１のスケジューラと、

第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感

グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すための第２のスケジューラと、
ＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すための前記ＷＱＥ処理モジュールと、を含む、ＲＤＭＡネットワークカード。
【請求項１０】
前記待機ステーションは、
キャッシュモジュールにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥを待機ステーションに伝送するための第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネルと、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを待機ステーションに書き戻すための第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネルを含む真のデュアルポートＳＲＡＭと、
待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外に全ての待機ＷＱＥ状態を出力するための待機ＷＱＥ状態モジュールと、
ＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うためのセットとリセットインターフェースであって、ここで、前記待機ＷＱＥ状態は、アイドルと占有の２つの状態を含むセットとリセットインターフェースと、を含む、請求項９に記載のＲＤＭＡネットワークカード。
【請求項１１】
前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムであり、
前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、
前記グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新する、請求項９に記載のＲＤＭＡネットワークカード。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
（相互参照）
本開示は、２０２３年６月２７日に提出された中国特許出願番号が２０２３１０７６２１２３．８、名称がＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法及びＲＤＭＡ」の優先権を主張しており、同出願の内容の全ては、ここに参照として取り込まれる。
【０００２】
（技術分野）
本発明は、ＲＤＭＡネットワークカードの送信側の性能向上の技術分野に関し、特にＲＤＭＡネットワークカードの送信キューの性能分離方法及びＲＤＭＡネットワークカードに関する。
【背景技術】
【０００３】
リモートダイレクトメモリアクセス（Ｒｅｍｏｔｅ　Ｄｉｒｅｃｔ　Ｍｅｍｏｒｙ　Ａｃｃｅｓｓ、ＲＤＭＡ）技術は、高性能なネットワーク技術であり、ＲＤＭＡ技術に基づいて設計されたＲＤＭＡネットワークカード（ＲＤＭＡ　ＮＩＣ）は、ハードウェアを通じてネットワークプロトコルトランスポート層をオフロードし、ゼロコピー、オペレーティングシステムカーネルバイパスのネットワークトランスポートサービスを実現し、ネットワークデータ伝送時のサーバＣＰＵの占有率を効果的に下げた。ＲＤＭＡ技術は、キュー（Ｑｕｅｕｅ）をソフトウェアとハードウェアの相互作用のインターフェースとし、設計

されたキューは、送信キュー（Ｓｅｎｄ　Ｑｕｅｕｅ，ＳＱ）、受信キュー（Ｒｅｃｅｉｖｅ　Ｑｕｅｕｅ，ＲＱ）及び完了キュー（Ｃｏｍｐｌｅｔｉｏｎ　Ｑｕｅｕｅ，ＣＱ）を含み、ここで、ＳＱとＲＱは、ペアの方式でキューペア（Ｑｕｅｕｅ　Ｐａｉｒ，ＱＰ）を構成し、ＳＱとＲＱの基本的な構成は、ワークキューエレメント（Ｗｏｒｋ　Ｑｕｅｕｅ　Ｅｌｅｍｅｎｔ，ＷＱＥ）であり、ＳＱの各ＷＱＥは、１つのＲＤＭＡデータ伝送要求を代表する。ＷＱＥは、ソフトウェアがハードウェアに実行したいタスクと、そのタスクに関する詳細情報が含まれる「タスク説明」と考えられてもよく、データ伝送要求がソフトウェアからハードウェアに送信される。図２は、従来技術におけるクラウドコンピューティングのマルチアプリケーションシナリオの下でのＲＤＭＡネットワークカードの応用模式図であり、クラウドコンピューティングの始動側とクラウドコンピューティングの応答側のＲＤＭＡネットワークカードは、いずれも複数のアプリケーションＡＰＰ１、…、ＡＰＰＮを実行することができ、始動側のＲＤＭＡネットワークカードと応答側のＲＤＭＡネットワークカードの構造は対応して、始動側のＲＤＭＡネットワークカードのキャッシュブロック（Ｍｅｍｏｒｙ）にＳＱを記憶し、ＳＱは、ＷＱＥからなり、異なるアプリケーションは、内容を送信する必要があるＷＱＥをＳＱに記憶し、それに応じて、応答側のＲＤＭＡネットワークカードのキャッシュブロック（Ｍｅｍｏｒｙ）にＲＱを記憶し、ＲＱもＷＱＥからなる。ＲＤＭＡネットワークカードの送信側（送信モジュール）は、複数の方法でＷＱＥをスケジューリングして処理し、上位アプリケーションからの対応する送信タスクを完了する。クラウドコンピューティングのシナリオの下で、異なるアプリケーションは、異なるタイプであってもよく、具体的には、アプリケーションのタイプは、主に遅延敏感型と帯域幅敏感型の２つのタイプに分けられ、異なるタイプのアプリケーションは、同一のＲＤＭＡネットワークカード上で同時に実行されることができる。遅延敏感型アプリケーションのメッセージ量は、通常比較的に小さく、アプリケーションの毎回の要求の完了遅延に注目し、帯域幅敏感型アプリケーションのメッセージ量は、通常比較的に大きく、アプリケーションの占有可能な帯域幅に注目する。

【０００４】

発明者は、本発明を実現するプロセスにおいて、異なるタイプのアプリケーション、すなわち帯域幅敏感型アプリケーションと遅延敏感型アプリケーションが同一のＲＤＭＡネットワークカード上で実行する時に明らかな性能干渉現象が存在し、且つ帯域幅敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間にも明らかな性能干渉が存在することを発見した。

【０００５】

ＲＤＭＡネットワークカード上で実行されるアプリケーションは、ＲＤＭＡネットワークカードのテナント（Ｔｅｎａｎｔ）と呼ばれ、クラウドコンピューティングのシナリオの下で、どのようにＲＤＭＡネットワークカードを改良して帯域幅敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間の明らかな性能干渉を解決し、異なるタイプのテナントが同時に同一のＲＤＭＡネットワークカード上で実行する性能表現を向上させることは、解決すべき問題である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

これに鑑みて、本発明の実施例は、従来の技術に存在する１つ又は複数の欠陥を解消又は改善するためのＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法及びＲＤＭＡネットワークカードを提供する。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の１つの態様は、ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法を提供し、該方法は、

送信側ＲＤＭＡネットワークカードは、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの

作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュすることであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥであることと、

グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信することと、

第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すことと、

トークンバケットを用いて第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すことと、

グループは、グループ間スケジューラによって第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果を前記送信側ＲＤＭＡネットワークカード上のＷＱＥ処理モジュールに伝送することと、

ＷＱＥ処理モジュールによってＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ帯域幅敏感型テナントによって生成されたＷＱＥに、出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すこととを含む。

【０００８】

本発明のいくつかの実施例において、前記ＲＤＭＡネットワークカード上のドライブインタフェースによってテナントの識別要求を受信し、前記識別要求に基づいてテナントにテナントタイプ識別を含むテナント識別を提供し、テナント識別が割り当てられた各テナントに対して、テナントタイプ識別が含まれる前記キューペア識別を有するキューペアを作成し、且つ前記キューペアに対してＷＱＥを記憶するための前記キューペアリソースを割り当てる。

【０００９】

本発明のいくつかの実施例において、前記テナントタイプ識別は、予め設定された長さの２進数であり、前記テナントタイプ識別は、前記テナント識別の最後のビットである。

【００１０】

本発明のいくつかの実施例において、前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて第１のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをトラバースし、遅延敏感グループ内の異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをポーリングすることであって、ここで、前記アクティブリンクリストに遅延敏感グループ内の異なるテ

ナントが処理すべき遅延敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの遅延敏感型ＷＱＥの非空キューに対応することと、アクティブリンクリストヘッドのキューのＷＱＥをＷＱＥスケジューリング結果として前記グループ間スケジューラに戻し、遅延敏感グループにＷがキャッシュされると、対応するノードを前記アクティブリンクリストから削除することと、を含む。

【００１１】

本発明のいくつかの実施例において、前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、第２のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムに基づいて第２のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの帯域幅敏感型ＷＱＥのキューのトークンカウンタをトラバースし、所定のリフレッシュ周期と毎回のトークンリフレッシュ数に従ってトークンをリフレッシュしてトークンカウンタカウントを更新することを含み、ここで、前記アクティブリンクリストに帯域幅敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき帯域幅敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの帯域幅敏感型ＷＱＥの非空キューに対応する。

【００１２】

本発明のいくつかの実施例において、該方法は、待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内のＷＱＥに対して、待機ＷＱＥ状態モジュールによって待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外にアイドルと占有の２つの状態を含む全ての待機ＷＱＥ状態を出力し、前記待機ＷＱＥ状態モジュールによって提供されるセットとリセットインターフェースに基づいてＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うことをさらに含む。

【００１３】

本発明のいくつかの実施例において、前述した、グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定するステップは、グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することを含む。

【００１４】

本発明のいくつかの実施例において、前述した、毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することは、毎回のスケジューリング結果に基づいてスケジューリング結果に対応する遅延敏感グループ又は帯域幅敏感グループの重みを低減させることを含む。

【００１５】

本発明の別の態様は、ＲＤＭＡネットワークカードを提供し、前記ＲＤＭＡネットワークカードは、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュするための制御モジュールであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥである制御モジュールと、前記帯域幅敏感グループのうちの少なくとも一部の処理すべきＷＱＥを記録するための前記待

機ステーションと、遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、且つ第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果をＷＱＥ処理モジュールに伝送するためのグループ間スケジューラと、グループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すための第１のスケジューラと、第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すための第２のスケジューラと、ＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すための前記ＷＱＥ処理モジュールと、を含む。

【００１６】

本発明のいくつかの実施例において、前記待機ステーションは、キャッシュモジュールにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥを待機ステーションに伝送するための第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネルと、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを待機ステーションに書き戻すための第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネルを含む真のデュアルポートＳＲＡＭと、待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外に全ての待機ＷＱＥ状態を出力するための待機ＷＱＥ状態モジュールと、ＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うためのセットとリセットインターフェースであって、ここで、前記待機ＷＱＥ状態は、アイドルと占有の２つの状態を含むセットとリセットインターフェースと、を含む。

【００１７】

本発明のいくつかの実施例において、前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムであり、

前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、

前記グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新する。

【発明の効果】

【００１８】

本発明によって提案されたＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法は、遅延敏感型テナントと帯域幅敏感型テナントからのＷＱＥをそれぞれ記憶、スケジューリングと処理し、それによって、ＲＤＭＡネットワークカード送信側の遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間の性能分離を実現し、同時に帯域幅敏感型テナントのＷＱＥに対して、１回の伝送で完了しないで待機ステーションに書き戻して再度スケジューリングされる方式が設計され、１つのＷＱＥが送信側の帯域幅リソースを長期的に占有することを効果的に避け、帯域幅敏感型アプリケーションの間の性能分離を実現し、本発明によって提案されるＲＤＭＡネットワークカードは、性能分離の改良によって帯域幅敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間の明らかな性能干渉問題を解決し、異なるタイプのテナントが同一のＲＤＭＡネットワークカード上で

同時に実行する性能表現を向上させることができる。
【００１９】
本発明の付加的な利点、目的、及び特徴は、以下の説明において部分的に説明され、以下を検討した後に当業者に部分的に明らかになるか、または本発明の実施から知ることができる。本発明の目的と他の利点は、明細書及び添付図面において具体的に指摘されている構造によって実現されて取得されることができる。
【００２０】
当業者であれば、本発明によって実現されることができる目的と利点は、上記で具体的に説明されたものに限定されず、本発明によって実現されることができる上記及びその他の目的は、以下の詳細な説明からより明確に理解されることが理解される。
【図面の簡単な説明】
【００２１】
ここで説明された添付図面は、本発明へのさらなる理解を提供するために使用され、本願の一部を構成し、本発明への限定を構成するものではない。添付図面を説明する。
【００２２】
【図１】本発明の実施例のＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法のフローチャートである。
【図２】従来技術におけるマルチアプリケーションシナリオでのＲＤＭＡネットワークカードのアプリケーション模式図である。
【図３】本発明の一実施例におけるテナントタイプ識別子とキューペア識別子のパッケージ化関係模式図である。
【図４】本発明の一実施例における遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーション性能分離をサポートするＲＤＭＡネットワークカード送信側の構造模式図である。
【図５】本発明の一具体的な実施例における遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーション性能分離をサポートするＲＤＭＡネットワークカード送信側の構造模式図である。
【図６】本発明の一実施例における遅延敏感グループ内の公平ポーリングスケジューリングのフローチャートである。
【図７】本発明の一実施例における待機ステーションの構造模式図である。
【図８】本発明の一実施例におけるＷＱＥ処理モジュールがＷＱＥスライスを実現するフローチャートである。
【図９】本発明の一実施例におけるトークンカウンタ維持のフローチャートである。
【図１０】本発明の一実施例におけるトークンバケットアルゴリズムに基づく帯域幅敏感型ＷＱＥスケジューリング実行フローである。
【図１１】本発明の一実施例における重み付きポーリングに基づくスケジューリングプロセスである。
【図１２】本発明の一実施例におけるＲＤＭＡネットワークカードの構造模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００２３】
本発明の目的、技術的解決手段及び利点をより明確にするために、以下では、実施形態と添付図面と組み合わせ、本発明についてさらに詳細に説明する。ここで、本発明の例示的な実施形態及びその説明は、本発明を説明するためのものであり、本発明への限定を構成するものではない。
【００２４】
ここで、さらに説明すべきこととして、本発明が不必要な詳細によって不明瞭になることを避けるために、本発明の解決手段に密接に関連する構造及び／又は処理ステップのみが添付図面に示され、本発明に関連しないその他の詳細は省略されている。
【００２５】
用語「含む／包含」は、本明細書で使用される場合、特徴、要素、ステップ、又は構成要素の存在を意味するが、１つ又は複数の他の特徴、要素、ステップ、又は構成要素の存

在又は追加を除外するものではないことを強調すべきである。
【００２６】
異なるタイプのアプリケーション（例えば帯域幅敏感型アプリケーションと遅延敏感型アプリケーション）が同一のＲＤＭＡネットワークカード上で実行する時に明らかな性能干渉現象が存在し、帯域幅敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間にも明らかな性能干渉が存在するという問題に対して、発明者は、既存の帯域幅が１００ＧｂｐｓのＲＤＭＡネットワークカードを選択して実験評価を行い、実験ＲＤＭＡネットワークカード上で遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型シミュレーションアプリケーションを同時に運行する。実験の結果、帯域幅敏感型アプリケーションと同時に実行した場合、遅延敏感型アプリケーションの５０％分位遅延と９９％分位遅延は、独立して実行した場合の５倍に増加した。同時に、発明者は、実験ＲＤＭＡネットワークカード上で同時に２つの帯域幅敏感型シミュレーションアプリケーションを実行した。実験の結果、そのうちの１つの帯域幅敏感型アプリケーションによって占有される帯域幅が上昇することにつれて、もう１つの帯域幅敏感型アプリケーションの帯域幅が低減し、すなわち、２つの帯域幅感度アプリケーションの間に明らかな性能干渉が存在し、ＲＤＭＡネットワークカードの送信側帯域幅リソースを公平に共有することができない。
【００２７】
このため、上記性能干渉を克服し、ＲＤＭＡ低遅延と高帯域幅の性能を確保することができるために、本発明は、クラウドコンピューティングにおける遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間及び帯域幅敏感型アプリケーションの間の性能分離を実現するように、ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法を提供する。本発明の実施例において、ＲＤＭＡネットワークカードの送信側構造を最適化することによって、アプリケーションの間の性能分離を実現する。
【００２８】
ＲＤＭＡネットワークカードの送信側構造に対する本発明の改良点は、以下のとおりである：
（１）キューペアを分類するメカニズムを提案し、送信キューを識別して分類することを実現した。
（２）異なるアプリケーション（又は異なるタイプのアプリケーション）を区別して扱うＷＱＥキャッシュメカニズムを設計した。
（３）異なるタイプのアプリケーションＷＱＥの特徴に対して、異なるスケジューリングメカニズムをそれぞれ提案した。例として、公平ポーリングに基づくスケジューリング及びトークンバケットに基づくスケジューリング（２つのグループ内スケジューリング方法）、及び異なるタイプのアプリケーション区別サービスを実現する配置可能な重み付きポーリンググループ間スケジューリング（グループ間スケジューリング方法）を提案した。
（４）選択的に、本発明のいくつかの実施例は、帯域幅敏感型アプリケーションＷＱＥがＷＱＥ処理モジュールリソースを長時間に占有することを避けるように、ＷＱＥをスライス処理する方法をさらに提案した。
（５）選択的に、本発明のいくつかの実施例は、動的重みを構成することによって、ＲＤＭＡに基づく遅延敏感アプリケーションと帯域幅敏感アプリケーションの区別サービスを実現することも設計した。
【００２９】
図１は、本発明のＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法のフローチャートであり、該方法は、以下のステップを含む：
【００３０】
ステップＳ１１０、送信側ＲＤＭＡネットワークカードは、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループに

キャッシュすることであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥである。

【００３１】

ここで、本発明においてＲＤＭＡネットワークカード上で運行されるアプリケーション（又はＲＤＭＡネットワークカード上で実行されるアプリケーション）をＲＤＭＡネットワークカードのテナント（Ｔｅｎａｎｔ）とする。各アプリケーションがＲＤＭＡネットワークカードで実行されるためには、まずドライバによってキューペア（ＱＰ）を作成し、且つこれによってキューペア（送信キューと受信キュー）リソースに申請する必要がある。本発明の実施例において、ＲＤＭＡネットワークカードに初回に到達する各テナントは、ＲＤＭＡネットワークカード上でＷＱＥを記憶するキューペアリソースを作成する前に、まずＲＤＭＡネットワークカード上のドライブインタフェース（例えばｒｅｑｕｅｓｔ＿ｔｅｎａｎｔドライブインタフェース）によってテナント識別子（Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤ、又はテナント識別と呼ばれる）を申請し、コンピュータオペレーティングシステムに登録されたＲＤＭＡネットワークカードによって、ＲＤＭＡネットワークカードに初回に到達するテナントにテナント識別子を割り当てる。ここで、テナント識別にはテナントタイプ識別子が含まれ、且つテナント識別が割り当てられた各テナントに対してＷＱＥを記憶するためのキューペアリソースを作成し、テナントタイプ識別子に基づいてテナントを遅延敏感型テナントと帯域幅敏感型テナントに区分する。テナントタイプ識別子を割り当てるプロセスは、ＲＤＭＡネットワークカード上に位置する第１のドライブインタフェースは、テナントの申請テナントタイプ識別子の要求を受信し、且つＲＤＭＡネットワークカード上の制御モジュールによってテナントタイプ識別子をテナントに割り当て、且つ全てのテナントとテナントに対応するテナントタイプ識別子を記憶することである。

【００３２】

ステップＳ１２０、グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信する。選択的に、グループ間スケジューラは、グループ間重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズム又はグループ間公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムを採用する。

【００３３】

ステップＳ１３０、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻す。本発明の一実施例において、前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムである。

【００３４】

ステップＳ１４０、第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻す。本発明の一実施例において、前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムである。

【００３５】

ステップＳ１５０、グループ間スケジューラによって第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果を前記送信側ＲＤＭＡネットワークカード上のＷＱＥ処理モジュールに伝送し、ここで、予め設定された数のデータパケットは、１つであってもよく、複数であってもよく、帯域幅敏感型テナントの送信タスクについて、１

つの長さのデータを送信した後に中断され、１つのタスクがＲＤＭＡネットワークカード送信側の帯域幅リソースを長期間占有することを避けることを目的とする。経路最大伝送ユニット（Ｍａｘｉｍｕｍ　Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ　Ｕｎｉｔ、ＭＴＵ）は、ネットワークが伝送可能な最大データパケットサイズを指し、バイトを単位として、ネットワーク機器と通信環境によって決定される１つのパラメータである。

【００３６】

ステップＳ１６０、ＷＱＥ処理モジュールによってＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻す。

【００３７】

ステップＳ１１０の前に、該方法は、ＲＤＭＡネットワークカード上の第１のドライブインタフェースによって、ＲＤＭＡネットワークカードに初回に到達するテナントの識別要求を受信し、識別要求割当に基づいてテナントテナントにテナントタイプ識別子を含むテナント識別を提供することと、テナント識別が割り当てられた各テナントに対して、テナントタイプ識別が含まれる前記キューペア識別を有するキューペアを作成し、且つ前記キューペアに対してＷＱＥを記憶するための前記キューペアリソースを割り当てることと、をさらに含む。本発明は、ＲＤＭＡネットワークカードのキューペアを分類して識別する方法によって、遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションによって使用されるキューペアを区別し、さらに異なるサービスタイプの送信キューを区別してスケジューリングする。本発明は、ＲＤＭＡネットワークカード上で運行されるアプリケーションをＲＤＭＡネットワークカードのテナント（Ｔｅｎａｎｔ）とする。本発明の一実施例において、ＲＤＭＡネットワークカード上のアプリケーションは、キューペアリソースを作成する前に、本発明によるｒｅｑｕｅｓｔ＿ｔｅｎａｎｔドライブインタフェースをスケジューリングすることによってテナントタイプ識別子（Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤ）を能動的に申請することができる。Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤは、Ｍビットの数値であり、すなわちＴｅｎａｎｔの数値範囲は、０～2^{m}であり、Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤの最後のビットでテナントのタイプを識別することができる。具体的には、Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤの最後のビットが０の場合は、遅延敏感型テナントを識別し、最後のビットが１の場合は、帯域幅敏感型テナントを識別する。なお、本発明の一具体的な実施例において、ｃｒｅａｔｅ＿ｑｐ作成ＱＰを提供するコールバック関数において、アプリケーションによって提供されるＴｅｎａｎｔ　ＩＤをＱＰ識別子（ＱＰ　ＩＤ）の一部として、図３に示される。選択的に、テナントタイプ識別子（Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤ）をキューペア識別子（ＱＰ　ＩＤ）のｉ～ｊ番目のビットにパッケージ化し、その数値関係は、ｊ－ｉ＝Ｍ－１である。

【００３８】

図３は、本発明の一実施例におけるテナントタイプ識別子とキューペア識別子のパッケージ化関係模式図である。テナントタイプ識別子（Ｔｅｎａｎｔ　ＩＤ）をキューペア識別子（ＱＰ　ＩＤ）の一部にパッケージ化する。選択的に、本発明において、キューペア識別子においてパッケージ化されたテナントタイプ識別子に基づいてテナントタイプが帯域幅敏感型又は遅延敏感型であるかを認識することができ、さらに、キューペア識別子においてテナント（すなわちアプリケーション）番号もパッケージ化され、これに基づいてキューペア識別子に対応するＷＱＥが具体的にどのアプリケーションに由来するかを認識することができ、ＷＱＥのソースが帯域幅敏感型アプリケーション又は遅延敏感型アプリケーションであるかを知ることができる。

【００３９】

ステップＳ１２０において、前述した、グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定するステップは、グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感

グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することを含む。前述した、毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することは、毎回のスケジューリング結果に基づいてスケジューリング結果に対応する遅延敏感グループ又は帯域幅敏感グループの重みを低減させることを含む。ここで、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループからのＷＱＥのためにそれぞれ構成された動的重みに対して、遅延敏感グループからのＷＱＥの動的重みは、ＷＱＥキャッシュモジュールにおける遅延敏感テナントからの処理すべきＷＱＥの数と正の相関を有し、帯域幅敏感グループからのＷＱＥの動的重みは、ＷＱＥキャッシュモジュールにおける帯域幅敏感テナントからの処理すべきＷＱＥの数と正の相関を有し、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループからのＷＱＥの動的重みは、０に更新されるたびに等しい数値に初期化して構成され、公平ポーリングスケジューラによってスケジューリングされるたびに遅延敏感グループからのＷＱＥの動的重みを更新し、トークンバケットスケジューラによってスケジューリングされるたびに帯域幅敏感グループからのＷＱＥの動的重みを更新する。

【００４０】

ステップＳ１３０において、前述した、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて第１のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをトラバースし、遅延敏感グループ内の異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをポーリングすることであって、ここで、前記アクティブリンクリストに遅延敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき遅延敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの遅延敏感型ＷＱＥの非空キューに対応することと、アクティブリンクリストヘッドのキューのＷＱＥをＷＱＥスケジューリング結果として前記グループ間スケジューラに戻し、遅延敏感グループにＷがキャッシュされると、対応するノードを前記アクティブリンクリストから削除することと、を含む。選択的に、アクティブリンクリストのノードとキューとの対応関係は、キュー番号を記憶することによって実現されてもよく、キューの先頭へのポインタを記憶することによって実現されてもよい。

【００４１】

ステップＳ１４０において、前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、第２のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムに基づいて第２のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの帯域幅敏感型ＷＱＥのキューのトークンカウンタをトラバースし、所定のリフレッシュ周期と毎回のトークンリフレッシュ数に従ってトークンをリフレッシュしてトークンカウンタカウントを更新することを含み、ここで、前記アクティブリンクリストに帯域幅敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき帯域幅敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの帯域幅敏感型ＷＱＥの非空キューに対応する。ここで、トラバースされたキューの先頭に対応するＷＱＥに対して、トークンカウンタのカウントが経路最大伝送ユニットのサイズ以上であれば、ＷＱＥをＷＱＥ処理モジュールにスケジューリングし、トークンカウンタのカウントが経路最大伝送ユニットのサイズよりも小さければ、対応するＷＱＥのノードをキューの最後尾に移動する。該トークンバケットカウンタのカウント更新規則は、クロック中断トリガがア

クティブリンクリストのトークンカウンタを順次トラバースするプロセスにおいて、毎回トラバースした後に対応する帯域幅敏感型テナントのトークンカウンタをトークンカウンタの予め設定された最大値と元のトークンカウンタとの加算値とリフレッシュトークン数とのより小さい値に調整することである。

【００４２】

本発明の一実施例において、待機ステーションについて、該方法は、待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内のＷＱＥに対して、待機ＷＱＥ状態モジュールによって待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外にアイドルと占有の２つの状態を含む全ての待機ＷＱＥ状態を出力し、前記待機ＷＱＥ状態モジュールによって提供されるセットとリセットインターフェースに基づいてＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うことをさらに含む。ここで、セットは、外部から強制的に入力を変更することにより、入力を出力にマッピングする方式であり、リセットは、プログラムによって入力された値を通電時の初期状態に変更することである。ＰＬＣは、すなわちプログラマブルロジックコントローラであり、それは、その内部にプログラムを記憶し、ロジック演算、シーケンス制御、タイミング、カウントと算術操作等のユーザ指向の指令を実行し、且つデジタル又はアナログ式入力／出力によって各種のタイプの機械又は生産プロセスを制御するためのプログラマブルのメモリを採用する。このような設計の目的は、セットとリセットの２つの操作の指令によって、よりロジックが明瞭で、ステップが明確なＰＬＣプログラム条理を実現することにある。

【００４３】

以下では、本発明によって提案される方法を実現するための具体的な実施例を紹介し、まず図４によって技術的解決手段の全体を説明する。図４は、遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーション送信キューＷＱＥに対して性能分離の実現をサポートするＲＤＭＡネットワークカード送信側構造を示し、ＷＱＥキャッシュモジュールは、異なるテナントのＷＱＥをキャッシュすることにより、ＰＣＩｅインターフェースに基づくＲＤＭＡの読み取り遅延をマスキングするために用いられる。ＲＤＭＡネットワークカード上のテナント識別に基づき、本発明は、遅延敏感型テナントと帯域幅敏感型テナントのＷＱＥをグループ化してキャッシュし、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループに分ける。遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内に、異なるテナントのＷＱＥは、同様に分けて記憶される。遅延敏感グループの異なるテナントのＷＱＥに対して、公平ポーリングスケジューラが採用される。待機ステーションは、帯域幅敏感グループの異なるテナントのＷＱＥを記憶するために用いられる。待機ステーション内のＷＱＥに対して、トークンバケットスケジューラが採用される。遅延敏感グループと帯域幅敏感グループとの間に、グループ間重み付きポーリングスケジューラが採用される。ＷＱＥ処理モデルは、ＷＱＥに対する処理を実現し、処理プロセスは、スライススケジューリングを採用し、未処理のＷＱＥは、その後のスケジューリングのために待機ステーションに書き込まれる。

【００４４】

図４は、本発明の一実施例における遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーション性能分離をサポートするＲＤＭＡネットワークカード送信側の構造模式図である。キャッシュモジュール０１は、帯域幅敏感グループ０１２によって帯域幅敏感テナントからのＷＱＥを記憶し、遅延敏感グループ０１１によって遅延敏感テナントからのＷＱＥを記憶し、且つ帯域幅敏感グループ０１２と遅延敏感グループ０１１の内部にキューを用いて異なるテナントからのＷＱＥをカテゴリ分けして記憶する。遅延敏感グループ０１１内のＷＱＥは、第１のスケジューラ０２によってスケジューリングされ、帯域幅敏感グループのＷＱＥは、まず待機ステーション０３にスケジューリングされ、そして第２のスケジューラ０４によってスケジューリングされ、且つグループ間スケジューラ０５によって遅延敏感グループ０１１と帯域幅敏感グループ０１２からのＷＱＥをＷＱＥ処理モジュール０６にスケジューリングし、ＷＱＥ処理モジュール０６は、スケジューリングされた遅延敏感グループ０１１のＷＱＥに対して一度に処理を完了するが、帯域幅敏感グループ０１２のＷＱＥに対して限定された長さ内に処理しきれない場合、ＷＱＥを待機ステーシ

ョン０３に書き戻して再度スケジューリングと処理を待機する。
【００４５】
図５は、本発明の一具体実施例における遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーション性能分離をサポートするＲＤＭＡネットワークカード送信側の構造模式図である。キャッシュモジュール０１は、帯域幅敏感グループ０１２によって帯域幅敏感テナントからのＷＱＥを記憶し、遅延敏感グループ０１１によって遅延敏感テナントからのＷＱＥを記憶し、且つ帯域幅敏感グループ０１２と遅延敏感グループ０１１の内部にキューを用いて異なるテナントからのＷＱＥをカテゴリ分けして記憶する。遅延敏感グループ０１１内のＷＱＥは、公平ポーリングスケジューラ０２１によって（公平ポーリングアルゴリズムに基づいて）スケジューリングされ、帯域幅敏感グループのＷＱＥは、まず待機ステーション０３の中にスケジューリングされ、そしてトークンバケットスケジューラ０４１によって（トークンバケットスケジューリングアルゴリズムに基づいて）スケジューリングされ、且つグループ間重み付きポーリングスケジューラ０５１によって遅延敏感グループ０１１と帯域幅敏感グループ０１２からのＷＱＥをＷＱＥ処理モジュール０６にスケジューリングし、ＷＱＥ処理モジュール０６は、スケジューリングされた遅延敏感グループ０１１のＷＱＥについては一度処理済みであるが、帯域幅敏感グループ０１２のＷＱＥについては、規定長内に処理済みでない場合、再度スケジュールされて処理されるのを待つためにＷＱＥを待機ステーション０３に書き戻す。
【００４６】
図６は、本発明の一実施例における遅延敏感グループ内の公平ポーリングスケジューリングのフローチャートである。本発明の一実施例において、公平ポーリングスケジューラを用いて前記遅延敏感グループにおける全てのキューをポーリングするステップは、公平ポーリングスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストに対する周期的なトラバースによって、前記遅延敏感グループにおけるキューの先頭をポーリングし、前記アクティブリンクリストの各ノードは、それぞれ１つの遅延敏感グループにおけるキューに対応し、処理すべきＷＱＥが存在するキューをアクティブリンクリストにノードを挿入し且つ処理すべきＷＱＥがないキューに対応するノードをアクティブリンクリストから削除することによって前記アクティブリンクリストを維持することを含む。具体的には、本発明の実施例において、公平ポーリングのスケジューリングアルゴリズムを用いて遅延敏感型グループのＷＱＥをスケジューリングすることにより、各遅延敏感テナントのＷＱＥがＷＱＥ処理モデルによって機会均等に扱われることを確保する。本発明は、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムの実現において、１つのアクティブリンクリストを維持する必要があり、アクティブリンクリスト（該リンクリストは、シングルリンクリスト、デュアルリンクリスト又は循環リンクリストであってもよい）におけるエレメントは、遅延敏感グループにおける異なるテナントＷＱＥキューの番号であり、アクティブリンクリストには、キューにおいて処理すべきエレメントが存在するアクティブキュー番号のみが含まれる。特に、ＷＱＥがバッファキューＱ＿ｉに書き込まれる時、Ｑ＿ｉが書き込む前に空であれば、Ｑ＿ｉキュー番号をアクティブリンクリストに挿入する。図６は、本発明によって使用される公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムの実行フローを説明し、それは、以下を含む：
【００４７】
ステップＳ６１０、グループ間スケジューラは、スケジューリングを要求する。
【００４８】
ステップＳ６２０、アクティブリンクリストヘッドのキューＱｕｅｕｅ＿ｈｅａｄを除去し、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄはすなわち、今回の公平ポーリングのスケジューリング結果である。
【００４９】
ステップＳ６３０、スケジューリング結果Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄをＷＱＥ処理モジュールに出力する。
【００５０】

ステップＳ６４０、スケジューリング結果を出力した後、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄが空か否かを判断し、否であればステップＳ６１０に戻る。

【００５１】

ステップＳ６５０、そうであれば、アクティブリンクリストの先頭を最後尾に移動し、且つステップＳ６１０に戻る。

【００５２】

本発明は、ＷＱＥ処理モジュールの設計において、帯域幅敏感型ＷＱＥスライス（そして書き戻し）の処理方法を採用することを提案し、それにより、１つの帯域幅敏感型ＷＱＥがＷＱＥ処理モジュールを長時間占有することを避ける。本発明によって提案されたＷＱＥスライス処理方法は、実行可能な状態のＷＱＥの待機ステーションと、ＷＱＥスライスをサポートするＷＱＥ処理モデルとを記憶するための２つの肝心な要素に関する。

【００５３】

図７は、本発明の一実施例における待機ステーション構造模式図である。該待機ステーションは、真のデュアルポートＳＲＡＭ（第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３１と第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３２を含む）を採用して待機ＷＱＥの記憶を実現し、２つの読み書きチャンネル（第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３１と第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３２）は、異なる位置の待機ステーション０３における帯域幅敏感グループ内のＷＱＥの読み書きを実現し、ここで、第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３１は、ＷＱＥをキャッシュモジュールから待機ステーションに記憶するために用いられ、第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３２は、ＷＱＥ処理モジュールがすべて処理していないＷＱＥを待機ステーションに書き戻すために用いられる。待機ＷＱＥ状態モジュール０３３は、セットインターフェース０３４とリセットインターフェース０３５によって全ての待機ＷＱＥの状態を維持し、待機ＷＱＥは、アイドルと占有の２つの状態を含み、待機ＷＱＥ状態モジュールは、外に全ての待機ＷＱＥ状態を出力するための待機ＷＱＥ状態出力インターフェース０３６をさらに提供する。

【００５４】

図８は、本発明の一実施例におけるＷＱＥ処理モジュールがＷＱＥスライスを実現するフローチャートであり、選択的に、本発明は、帯域幅敏感型テナントのＷＱＥに対応するタスクのみをスライス処理することもでき、該フローチャートは、以下のステップを含む：

【００５５】

ステップＳ８１０、ＷＱＥ処理モジュールは、処理すべきＷＱＥを受信する。

【００５６】

ステップＳ８２０、ＷＱＥ処理モジュールは、経路最大伝送ユニット（ＰＭＴＵ）に基づいてＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力する。

【００５７】

ステップＳ８３０、データパケットが出力された後、ＷＱＥの残りのメッセージ長が０よりも大きいか否かを検査し、否であれば、ステップＳ８１０に戻り、次の処理すべきＷＱＥの受信準備を続ける。

【００５８】

ステップＳ８４０、ＷＱＥの残りのメッセージ長が０よりも大きいことが検査された場合、ＷＱＥが帯域幅敏感グループからのものであるか否かの検査を続け、否であれば、ステップＳ８２０に戻る。

【００５９】

ステップＳ８５０、ＷＱＥが帯域幅敏感グループからのものであることが検査された場合、未処理のＷＱＥを待機ステーションに書き戻し、且つステップＳ８１０に戻る。

【００６０】

図９は、本発明の一実施例におけるトークンカウンタ維持のフローチャートであり、トークンカウンタの更新規則を具体的に表示し、その中に以下のステップが含まれる：

【００６１】

ステップＳ９１０、クロックは、トリガを中断する（アクティブリンクリストのトーク

ンカウンタを順次トラバースする）。
【００６２】
ステップＳ９２０、リンクリストアクセスポインタｒｄ＿ｐｔｒを１に初期化する。
【００６３】
ステップＳ９３０、アクティブリンクリストのｒｄ＿ｐｔｒ番目のエレメントのｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔを読み取る。
【００６４】
ステップＳ９４０、ｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔ ＝ ｍｉｎ（Ｂ、ｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔ ＋ Ｆ）の方式でトークンカウンタを更新し、すなわちｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔをＢとｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔ＋Ｆとの間のより小さい値に更新する。
【００６５】
ステップＳ９５０、ｒｄ＿ｐｔｒを逓増する。
【００６６】
ステップＳ９６０、アクティブリンクリストが既にトラバースされたか否かを検査し、そうであれば、ステップＳ９１０に戻り、否であれば、ステップＳ９３０に戻る。
【００６７】
図１０は、本発明の一実施例におけるトークンバケットアルゴリズムに基づく帯域幅敏感型ＷＱＥスケジューリング実行フローであり、以下のステップを含む：
【００６８】
ステップＳ１０１０、グループ間スケジューラは、スケジューリングを要求する。
【００６９】
ステップＳ１０２０、アクティブリンクリストヘッドのキューＱｕｅｕｅ＿ｈｅａｄを除去する。
【００７０】
ステップＳ１０３０、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄに対応するトークンカウンタｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔが経路最大伝送ユニット（ＰＭＴＵ）よりも大きいか否かを判断する。
【００７１】
ステップＳ１０４０、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄに対応するトークンカウンタｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔが経路最大伝送ユニット（ＰＭＴＵ）よりも大きければ、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄに対応するＷＱＥをスケジューリングする。
【００７２】
ステップＳ１０５０、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄに対応するトークンカウンタｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔが経路最大伝送ユニット（ＰＭＴＵ）以下であれば、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄをリンクリストの末尾に挿入してステップＳ１０２０に戻る。
【００７３】
ステップＳ１０６０、ｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔからＰＭＴＵを減算する。
【００７４】
ステップＳ１０７０、Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄをリンクリストの末尾に挿入してステップＳ１０１０に戻る。
【００７５】
ステップＳ１４０に対して、本発明の実施例において、トークンバケットに基づくスケジューリングアルゴリズムを用いて待機ステーションにおける帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングすることにより、アクティブ帯域幅敏感型テナントが利用可能な帯域幅を公平に共有する性能分離効果を達成する。本発明の実施例は、各帯域幅敏感型テナントに１つのトークンカウンタｔｏｋｅｎ＿ｂｕｃｋｅｔを維持し、カウンタの最大値は、Ｂであり、同時に１つのタイマを維持し、タイマのリフレッシュ周期は、Ｔである。いくつかの実施例において、アクティブ帯域幅敏感グループテナントの数がＮＡである時、全ての帯域幅敏感型テナントは、帯域幅をＢＷに割り当てることができ、各アクティブ帯域幅敏感テナントは、帯域幅をＢＷ／ＮＡに割り当てることができる。本発明の実施例において、所定のトークンバケットアルゴリズムにおいて毎回のリフレッシュトークンの数は、Ｆで

ある。トークンバケットスケジューリングの原理に基づいて、ＢＷ／ＮＡは、Ｆ／Ｔに近似されるべきである。本発明は、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムの実現において、１つのアクティブリンクリストを維持する必要があり、アクティブリンクリストにおけるエレメントは、帯域幅敏感グループにおける異なるテナント待機ＷＱＥのキュー番号であり、アクティブリンクリストには、ＷＱＥが待機処理状態にあるアクティブキュー番号のみが含まれる。特に、帯域幅敏感キュー番号がＱ＿ｊのＷＱＥが待機ステーションに書き込まれる場合、Ｑ＿ｊをアクティブリンクリストに挿入する。帯域幅敏感キュー番号Ｑ＿ｋのＷＱＥが処理された後、Ｑ＿ｋをアクティブリンクリストから削除する。

【００７６】

図１１は、本発明の一実施例における重み付きポーリングに基づくスケジューリングプロセスである。本発明は、重み付きポーリングの方式で遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのＷＱＥをスケジューリングし、且つ２つのグループの重みを構成することができ、それにより区別サービスのフレキシビリティを向上させることができる。遅延敏感グループのための重みｗ＿ｌｓと帯域幅敏感グループのための重みｗ＿ｂｓの２つのグループの動的重みを維持し、デフォルトではｗ＿ｌｓ＝ｗ＿ｂｓ＝１である。同時に、本発明は、遅延敏感グループのためのｌｓ＿ｃｎｔと帯域幅敏感グループのためのｂｓ＿ｃｎｔの２つのグループの動的重みを維持する必要がある。動的重みについて、ｌｓ＿ｃｎｔとｂｓ＿ｃｎｔは、同じパラメータに初期化して構成され、１つのＷＱＥがスケジューリングされるたびに、対応するカテゴリの重み値ｌｓ＿ｃｎｔ又はｂｓ＿ｃｎｔに逓減する。重み付きポーリングスケジューリングのプロセスは、図１１に示すように、以下のステップを含む：

【００７７】

ステップＳ１１１０、ＷＱＥ処理モジュールは、スケジューリングを要求する。

【００７８】

ステップＳ１１２０、ｌｓ＿ｃｎｔがｂｓ＿ｃｎｔ以上であるか否かを判断し、そうであれば、ステップＳ１１３０とステップＳ１１４０を順次実行し、否であれば、ステップＳ１１５０ステップＳ１１６０を順次実行する。

【００７９】

ステップＳ１１３０、遅延敏感グループをスケジューリングする。

【００８０】

ステップＳ１１４０、ｌｓ＿ｃｎｔを逓減し、ステップＳ１１７０を実行する。

【００８１】

ステップＳ１１５０、帯域幅敏感グループをスケジューリングする。

【００８２】

ステップＳ１１６０、ｂｓ＿ｃｎｔを逓減し、ステップＳ１１７０を実行する。

【００８３】

ステップＳ１１７０、ｌｓ＿ｃｎｔとｂｓ＿ｃｎｔが同時に０に等しいか否かを判断し、否であれば、ステップＳ１１１０に戻り、そうであれば、ステップＳ１１８０を実行する。

【００８４】

ステップＳ１１８０、ｌｓ＿ｃｎｔとｂｓ＿ｃｎｔをｗ＿ｌｓとｗ＿ｂｓに再初期化する。

【００８５】

さらに、本発明のさらに別の実施例において、２つのＲＤＭＡネットワークカードが効率的な二重冗長バックアップを実現するために、この２つのネットワークカードが同じ物理アドレスとＩＰアドレスを有することを確保しなければならず、上層アプリケーションシステムの場合には、システムにおいて「シングルネットワークカード」の特徴が提示され、逆に、システムにおいて１つのネットワークカードが別のブロックネットワークカードに切り替わって作動する時、ＩＰアドレスが変化すれば、システムは、データを正常に送受信することができない。ＩＰアドレスが変更されず、物理アドレスが変更される場合

、プロトコルスタックにおけるＡＲＰバインディングテーブルの変化を引き起こし、ＡＲＰバインディングテーブルにおけるＩＰアドレスとネットワークカード物理アドレスとの関係を再対応すると、２つのネットワークカードの間の切り替え時間を延長することができる。しかしながら、各ネットワークカードの物理アドレスは、全世界で一意であり、ネットワークカードのＰＲＯＭに保存されている。２つのネットワークカードが同じ物理アドレスを持つようにするために、ネットワークカードを初期化する時に、ＰＲＯＭからそのうちの１つのネットワークカードの物理アドレスを読み出し、該物理アドレスの内容を別のブロックネットワークカードの物理アドレスレジスタとデータ構造変数に書き込み、この場合、この２つのネットワークカードは、完全に同じ物理アドレスを持つ。この設計に基づいて本発明は、デュアルネットワークカードの切り替えを実現することができる。

【００８６】

本発明の別の態様は、ＲＤＭＡネットワークカードを提供し、図１２は、本発明の一実施例におけるＲＤＭＡネットワークカードの構造模式図である。該ＲＤＭＡネットワークカードは、キャッシュモジュール０１、第１のスケジューラ０２、待機ステーション０３、第２のスケジューラ０４、グループ間スケジューラ０５、ＷＱＥ処理モジュール０６、制御モジュール０７、送信モジュール０８及び受信モジュール０９を含む。ここで、

制御モジュール０７は、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュール０１の遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュール０１の帯域幅敏感グループにキャッシュするために用いられ、ここで、キャッシュモジュール０１の帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーション０３に記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥであり、

待機ステーション０３は、前記帯域幅敏感グループのうちの少なくとも一部の処理すべきＷＱＥを記憶するために用いられる。ここで、該待機ステーション０３の構造は、図７を詳細に参照し、真のデュアルポートＳＲＡＭ、待機ＷＱＥ状態モジュール０３３、セットインターフェース０３４とリセットインターフェース０３５を含み、真のデュアルポートＳＲＡＭは、キャッシュモジュールにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥを待機ステーションに伝送するための第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３１と、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを待機ステーションに書き戻すための第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル０３２とを含む。待機ＷＱＥ状態モジュール０３３は、待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外に全ての待機ＷＱＥ状態を出力するために用いられる。

【００８７】

セットインターフェース０３４とリセットインターフェース０３５は、ＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うために用いられ、ここで、前記待機ＷＱＥ状態は、アイドルと占有の２つの状態を含む。

【００８８】

グループ間スケジューラ０５は、遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングする時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、且つ第１のスケジューラ０２と第２のスケジューラ０４からのＷＱＥスケジューリング結果をＷＱＥ処理モジュールに伝送するために用いられ、

第１のスケジューラ０５は、グループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラ０５にＷＱＥスケジューリング結果を戻すために用いられ、

第２のスケジューラ０４は、第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーション０３における帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラ０５にＷＱＥスケジューリング結果を戻すために用いられ、
ＷＱＥ処理モジュール０６は、ＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すために用いられる。

【００８９】

制御モジュール０７は、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュするために用いられ、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥである。

【００９０】

送信モジュール０８は、ＷＱＥに対応するデータを送信するためのＲＤＭＡネットワークカードの従来の構成である。

【００９１】

受信モジュール０９は、他のネットワークカードからのデータを受信するためのＲＤＭＡネットワークカードの従来の構成である。

【００９２】

上記方法に対応して、本発明は、ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離システムをさらに提供し、該システムは、コンピュータ指令が記憶されるメモリと、前記メモリによって記憶されるコンピュータ指令を実行するためのプロセッサとを含むコンピュータ機器を含み、前記コンピュータ指令がプロセッサによって実行される時に該システムが前記方法のステップを実現する。

【００９３】

本発明の実施例は、プロセッサによって実行される時に前記方法のステップを実現するコンピュータプログラムが記憶されるコンピュータ可読記憶媒体をさらに提供する。該コンピュータ可読記憶媒体は、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、メモリ、リードオンリーメモリ（ＲＯＭ）、電気的プログラマブルＲＯＭ、電気的消去可能プログラマブルＲＯＭ、レジスタ、フロッピーディスク、ハードディスク、リムーバブルストレージディスク、ＣＤ－ＲＯＭ、又は技術分野内で知られている他の任意の形態の記憶媒体のような有形記憶媒体であってもよい。

【００９４】

従来の技術と比べて、本発明によって提案されたＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法、システム及び記憶媒体は、以下の利点を有する：

（１）ＲＤＭＡネットワークカード送信側の遅延敏感型アプリケーションと帯域幅敏感型アプリケーションとの間の性能分離を実現するように、遅延敏感型テナントと帯域幅敏感型テナントからのＷＱＥをそれぞれ記憶、スケジューリングと処理する。

（２）帯域幅敏感型テナントのＷＱＥに対して、１回の伝送で完了しないで待機ステーションに書き戻して再度スケジューリングされる方式が設計され、ＲＤＭＡに基づく帯域幅敏感アプリケーションが送信側の帯域幅リソースを公平に取得することを確保することができ、１つの帯域幅敏感型アプリケーションのＷＱＥが送信側の帯域幅リソースを長期的に占有することを効果的に避け、帯域幅敏感型アプリケーションがＷＱＥ処理モジュー

ルリソースを長期的に占有することを効果的に避け、帯域幅敏感型アプリケーションの間の性能分離を実現する。

（３）ＲＤＭＡネットワークカード送信側に公平ポーリングスケジューラを用いて対応するＷＱＥをスケジューリングし、遅延敏感型アプリケーションがＷＱＥ処理モジュールによって処理される機会を公平に取得できることを確保する。

【００９５】

当業者であれば、本明細書に開示された実施形態に関連して説明された各例示的な構成部分、システム、及び方法は、ハードウェア、ソフトウェア、又は両方の組み合わせで実現できることを理解すべきである。具体的には、ハードウェア方式で実行されるか、ソフトウェア方式で実行されるかは、技術案の特定の応用及び設計拘束条件によるものである。当業者は、各特定の応用に対して異なる方法を使用して、記述された機能を実現することができるが、このような実現は、本発明の範囲を超えていると考えるべきではない。ハードウェアの方式で実現する時、それは、例えば電子回路、特定の用途向け集積回路（ＡＳＩＣ）、適切なファームウェア、プラグイン、機能カード等であってもよい。ソフトウェアの方式で実現する時、本発明のエレメントは、必要とするタスクのプログラム又はコードセグメントを実行するために用いられる。プログラム又はコードセグメントは、機械可読媒体に記憶されてもよく、又はキャリアに付帯されるデータ信号によって伝送媒体又は通信リンクアップ上で伝送されてもよい。

【００９６】

本発明は、上記で説明され、図に示された特定の構成及び処理に限定されないことを明確にする必要がある。既知の方法の詳細な説明は、簡明のためにここでは省略される。上述した実施例において、いくつかの具体的なステップが例として説明され、示されている。しかしながら、本発明の方法手順は、説明及び図示された特定のステップに限定されるものではなく、当業者は、本発明の精神を理解した上で、様々な変更、修正及び追加を行うか、又はステップ間の順序を変更することができる。

【００９７】

本発明において、１つの実施形態に関して説明及び／又は例示された特徴は、１つ又は複数の他の実施形態において、同じように又は同様に使用され、及び／又は他の実施形態の特徴と組み合わせて、又は他の実施形態の特徴に取って代わることができる。

【００９８】

以上の記載は、本発明の好ましい実施例に過ぎず、本発明を制限するためには使用されず、当業者にとって、本発明の実施例は、種々の変更及び変化が可能である。本発明の精神と原則内で行われた任意の修正、等価代替、改良等は、いずれも、本発明の保護範囲内に含まれるべきである。

【００９９】

（付記）

（付記１）

ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法であって、

送信側ＲＤＭＡネットワークカードは、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュすることであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥであることと、

グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング

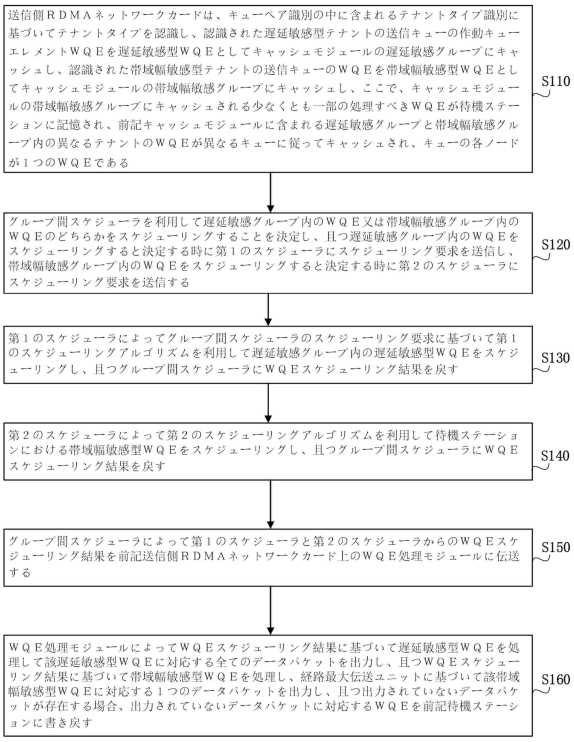
要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信することと、
　第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すことと、
　第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すことと、
　グループ間スケジューラによって第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果を前記送信側ＲＤＭＡネットワークカード上のＷＱＥ処理モジュールに伝送することと、
　ＷＱＥ処理モジュールによってＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すこととを含む、ＲＤＭＡネットワークカード送信キューの性能分離方法。
【０１００】
（付記２）
　該方法は、
　前記ＲＤＭＡネットワークカード上のドライブインタフェースによってテナントの識別要求を受信し、前記識別要求に基づいてテナントにテナントタイプ識別を含むテナント識別を提供することと、
　テナント識別が割り当てられた各テナントに対して、テナントタイプ識別が含まれる前記キューペア識別を有するキューペアを作成し、且つ前記キューペアに対してＷＱＥを記憶するための前記キューペアリソースを割り当てることと、をさらに含む、付記１に記載の方法。
【０１０１】
（付記３）
　前記テナントタイプ識別は、予め設定された長さの２進数であり、前記テナントタイプ識別は、前記テナント識別の最後のビットである、付記２に記載の方法。
【０１０２】
（付記４）
　前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、
　第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて第１のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをトラバースし、遅延敏感グループ内の異なるテナントの遅延敏感型ＷＱＥのキューをポーリングすることであって、ここで、前記アクティブリンクリストに遅延敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき遅延敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの遅延敏感型ＷＱＥの非空キューに対応することと、
　ポーリングされたアクティブリンクリストヘッドのキューのＷＱＥをＷＱＥスケジューリング結果として前記グループ間スケジューラに戻し、且つ対応するノードを前記アクティブリンクリストから削除することと、を含む、付記１に記載の方法。

【０１０３】
（付記５）
前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、前述した、前記第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すステップは、
第２のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求を受信し、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムに基づいて第２のスケジューラによって維持されるアクティブリンクリストにおける異なるテナントの帯域幅敏感型ＷＱＥのキューのトークンカウンタをトラバースし、所定のリフレッシュ周期と毎回のトークンリフレッシュ数に従ってトークンをリフレッシュしてトークンカウンタカウントを更新することを含み、ここで、前記アクティブリンクリストに帯域幅敏感グループ内の異なるテナントが処理すべき帯域幅敏感型ＷＱＥのキュー番号が記録され、前記アクティブリンクリストの１つのノードが１つの帯域幅敏感型ＷＱＥの非空キューに対応する、付記１に記載の方法。
【０１０４】
（付記６）
該方法は、
待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内のＷＱＥに対して、待機ＷＱＥ状態モジュールによって待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外にアイドルと占有の２つの状態を含む全ての待機ＷＱＥ状態を出力し、前記待機ＷＱＥ状態モジュールによって提供されるセットとリセットインターフェースに基づいてＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うことをさらに含む、付記１に記載の方法。
【０１０５】
（付記７）
前述した、グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定するステップは、
グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することを含む、付記１に記載の方法。
【０１０６】
（付記８）
前述した、毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新することは、毎回のスケジューリング結果に基づいてスケジューリング結果に対応する遅延敏感グループ又は帯域幅敏感グループの重みを低減させることを含む、付記７に記載の方法。
【０１０７】
（付記９）
ＲＤＭＡネットワークカードであって、
キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュするための制御モジュールであって、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥである制御モジュールと、

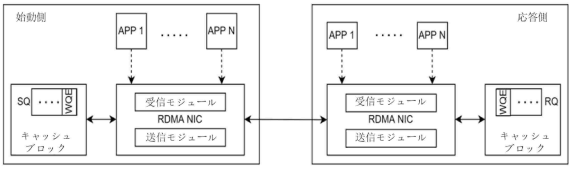
前記帯域幅敏感グループのうちの少なくとも一部の処理すべきＷＱＥを記録するための前記待機ステーションと、
遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、且つ第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果をＷＱＥ処理モジュールに伝送するためのグループ間スケジューラと、
グループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すための第１のスケジューラと、
第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻すための第２のスケジューラと、
ＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻すための前記ＷＱＥ処理モジュールと、を含む、ＲＤＭＡネットワークカード。
【０１０８】
（付記１０）
前記待機ステーションは、
キャッシュモジュールにおける帯域幅敏感グループ内の帯域幅敏感型ＷＱＥを待機ステーションに伝送するための第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネルと、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを待機ステーションに書き戻すための第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネルを含む真のデュアルポートＳＲＡＭと、
待機ステーションにおける全てのＷＱＥの状態を維持し、且つ外に全ての待機ＷＱＥ状態を出力するための待機ＷＱＥ状態モジュールと、
ＷＱＥ状態のプログラミング制御を行うためのセットとリセットインターフェースであって、ここで、前記待機ＷＱＥ状態は、アイドルと占有の２つの状態を含むセットとリセットインターフェースと、を含む、付記９に記載のＲＤＭＡネットワークカード。
【０１０９】
（付記１１）
前記第１のスケジューリングアルゴリズムは、公平ポーリングスケジューリングアルゴリズムであり、
前記第２のスケジューリングアルゴリズムは、トークンバケットスケジューリングアルゴリズムであり、
前記グループ間スケジューラは、遅延敏感グループと帯域幅敏感グループのために構成された動的重みに基づいて、重み付きポーリングスケジューリングアルゴリズムに基づいて遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ毎回のスケジューリング結果に基づいて動的重みを更新する、付記９に記載のＲＤＭＡネットワークカード。

【図面】

【図１】


送信側ＲＤＭＡネットワークカードは、キューペア識別の中に含まれるテナントタイプ識別に基づいてテナントタイプを認識し、認識された遅延敏感型テナントの送信キューの作動キューエレメントＷＱＥを遅延敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの遅延敏感グループにキャッシュし、認識された帯域幅敏感型テナントの送信キューのＷＱＥを帯域幅敏感型ＷＱＥとしてキャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュし、ここで、キャッシュモジュールの帯域幅敏感グループにキャッシュされる少なくとも一部の処理すべきＷＱＥが待機ステーションに記憶され、前記キャッシュモジュールに含まれる遅延敏感グループと帯域幅敏感グループ内の異なるテナントのＷＱＥが異なるキューに従ってキャッシュされ、キューの各ノードが１つのＷＱＥである
S110
グループ間スケジューラを利用して遅延敏感グループ内のＷＱＥ又は帯域幅敏感グループ内のＷＱＥのどちらかをスケジューリングすることを決定し、且つ遅延敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第１のスケジューラにスケジューリング要求を送信し、帯域幅敏感グループ内のＷＱＥをスケジューリングすると決定する時に第２のスケジューラにスケジューリング要求を送信する
S120
第１のスケジューラによってグループ間スケジューラのスケジューリング要求に基づいて第１のスケジューリングアルゴリズムを利用して遅延敏感グループ内の遅延敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻す
S130
第２のスケジューラによって第２のスケジューリングアルゴリズムを利用して待機ステーションにおける帯域幅敏感型ＷＱＥをスケジューリングし、且つグループ間スケジューラにＷＱＥスケジューリング結果を戻す
S140
グループ間スケジューラによって第１のスケジューラと第２のスケジューラからのＷＱＥスケジューリング結果を前記送信側ＲＤＭＡネットワークカード上のＷＱＥ処理モジュールに伝送する
S150
ＷＱＥ処理モジュールによってＷＱＥスケジューリング結果に基づいて遅延敏感型ＷＱＥを処理して該遅延敏感型ＷＱＥに対応する全てのデータパケットを出力し、且つＷＱＥスケジューリング結果に基づいて帯域幅敏感型ＷＱＥを処理し、経路最大伝送ユニットに基づいて該帯域幅敏感型ＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力し、且つ出力されていないデータパケットが存在する場合、出力されていないデータパケットに対応するＷＱＥを前記待機ステーションに書き戻す
S160

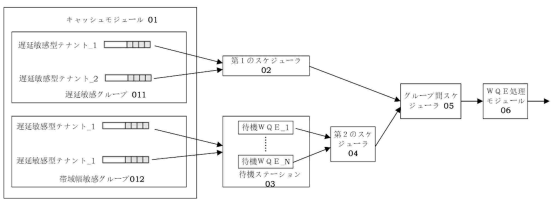
【図２】


始動側
APP 1
APP N
SQ
WQE
受信モジュール
RDMA NIC
送信モジュール
キャッシュブロック
応答側
APP 1
APP N
受信モジュール
RDMA NIC
送信モジュール
WQE
RQ
キャッシュブロック

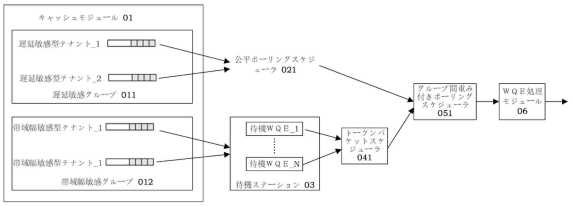
【図３】


キューペア識別子(QP ID)
テナント識別子(Tenant ID)

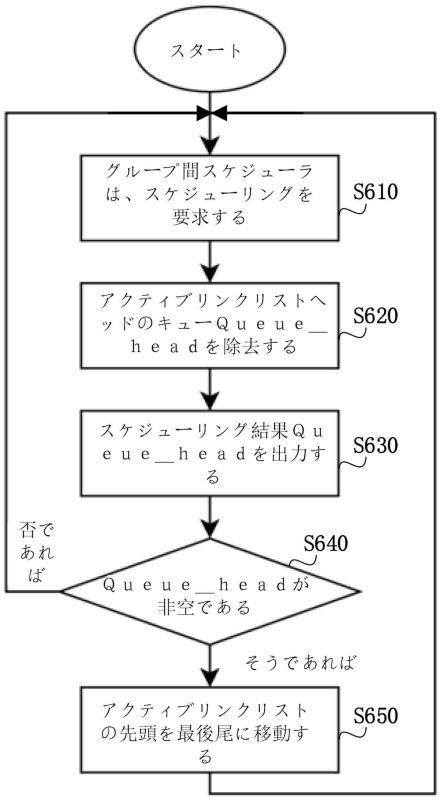
【図４】


キャッシュモジュール 01
遅延敏感型テナント_1
遅延敏感型テナント_2
遅延敏感グループ 011
遅延敏感型テナント_1
遅延敏感型テナント_1
帯域幅敏感グループ012
第１のスケジューラ 02
待機ＷＱＥ_1
待機ＷＱＥ_N
待機ステーション 03
第２のスケジューラ 04
グループ間スケジューラ 05
ＷＱＥ処理モジュール 06

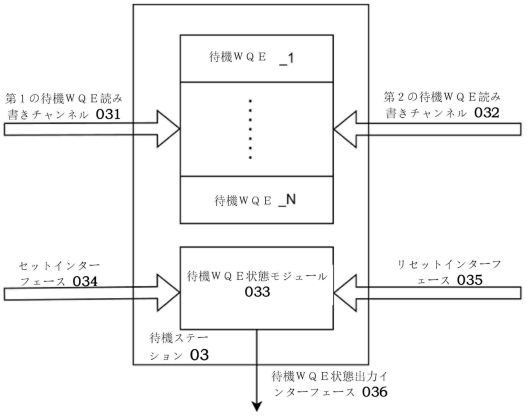
【図５】


キャッシュモジュール 01
遅延敏感型テナント_1
遅延敏感型テナント_2
遅延敏感グループ 011
帯域幅敏感型テナント_1
帯域幅敏感型テナント_1
帯域幅敏感グループ 012
公平ポーリングスケジューラ 021
待機ＷＱＥ_1
待機ＷＱＥ_N
待機ステーション 03
トークンバケットスケジューラ 041
グループ間重み付きポーリングスケジューラ 051
ＷＱＥ処理モジュール 06

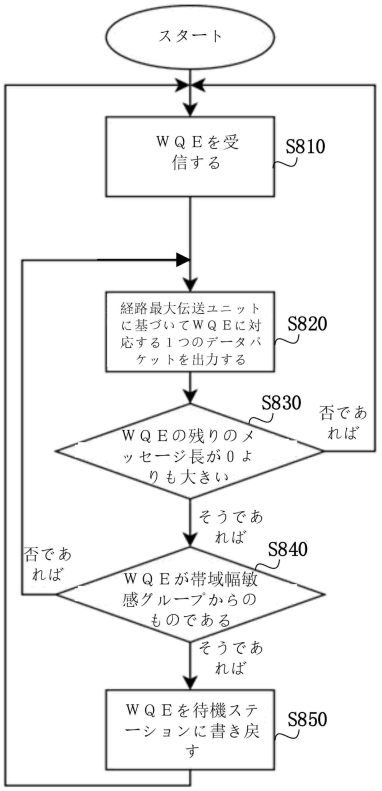
【図６】


スタート
グループ間スケジューラは、スケジューリングを要求する
S610
アクティブリンクリストヘッドのキューＱｕｅｕｅ＿ｈｅａｄを除去する
S620
スケジューリング結果Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄを出力する
S630
否であれば
Ｑｕｅｕｅ＿ｈｅａｄが非空である
S640
そうであれば
アクティブリンクリストの先頭を最後尾に移動する
S650

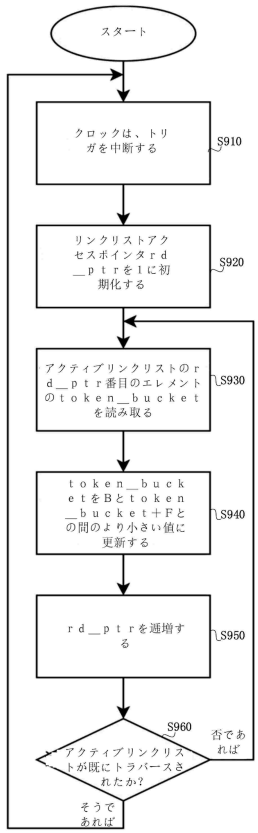
【図７】


待機ＷＱＥ_1
待機ＷＱＥ_N
第１の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル 031
第２の待機ＷＱＥ読み書きチャンネル 032
セットインターフェース 034
待機ＷＱＥ状態モジュール 033
リセットインターフェース 035
待機ステーション 03
待機ＷＱＥ状態出力インターフェース 036

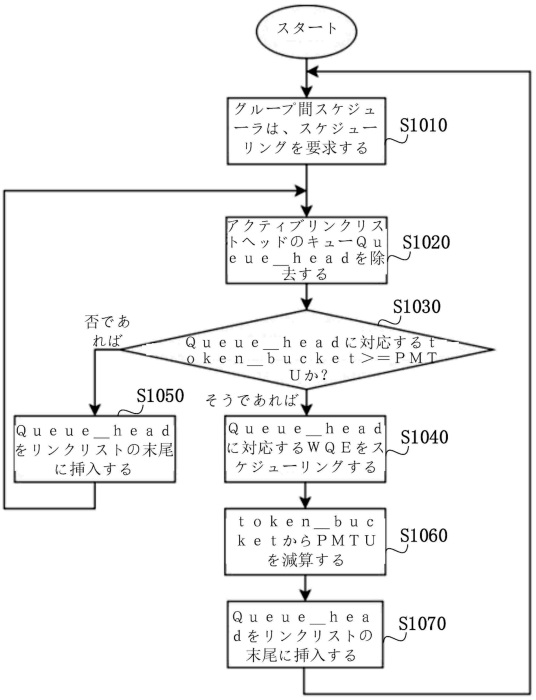
【図８】


スタート
ＷＱＥを受信する
S810
経路最大伝送ユニットに基づいてＷＱＥに対応する１つのデータパケットを出力する
S820
S830
ＷＱＥの残りのメッセージ長が０よりも大きい
否であれば
そうであれば
否であれば
S840
ＷＱＥが帯域幅敏感グループからのものである
そうであれば
ＷＱＥを待機ステーションに書き戻す
S850

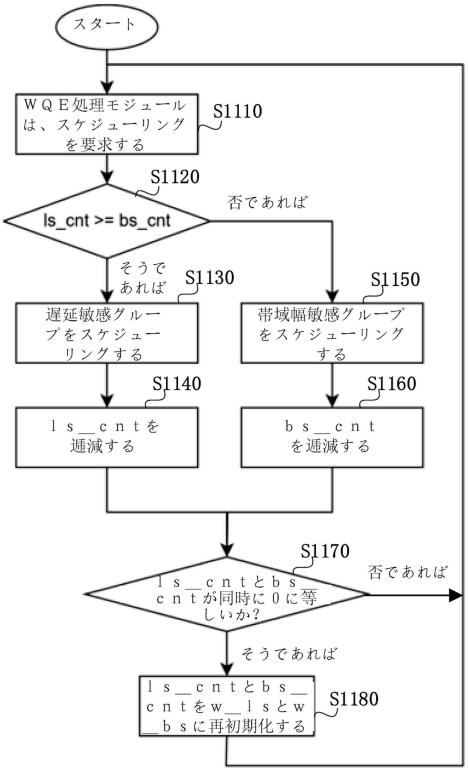
【図９】



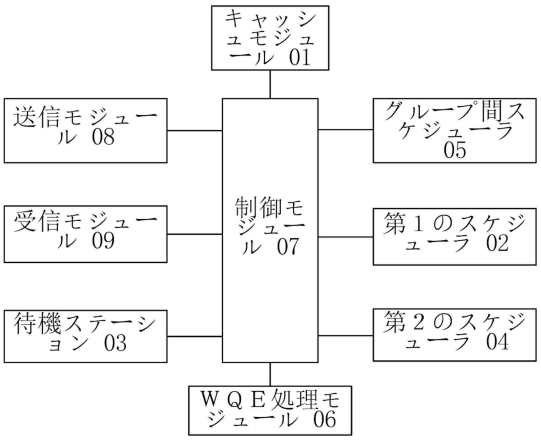
【図１０】



【図１１】



【図１２】



フロントページの続き

(72)発明者　廖 云坤
中華人民共和国 １０００９４ 北京市海淀区北清路８１号院一区４号楼１４層１４０１室
(72)発明者　蒋 帥
中華人民共和国 １０００９４ 北京市海淀区北清路８１号院一区４号楼１４層１４０１室
審査官　速水 雄太
(56)参考文献　中国特許出願公開第１１４６６６２８１（ＣＮ，Ａ）
Yunkun LIAO et al.，“ Optimize the TX Architecture of RDMA NIC for Performance Isolation in the Cloud Environment ”，Proceedings of the Great Lakes Symposium on VLSI 2023，2023年06月05日，p.29-35，DOI: 10.1145/3583781.3590276
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｌ　４７／２４
Ｇ０６Ｆ　１３／２８
Ｇ０６Ｆ　１５／１７３
Ｈ０４Ｌ　６７／５６８