

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-520997
(P2017-520997A)

(43) 公表日 平成29年7月27日(2017.7.27)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H04L 12/713 (2013.01) H04L 12/713 5K030

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2016-574278 (P2016-574278)
(86) (22) 出願日 平成27年6月23日 (2015. 6. 23)
(85) 翻訳文提出日 平成29年1月16日 (2017. 1. 16)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2015/064044
(87) 国際公開番号 W02015/197580
(87) 国際公開日 平成27年12月30日 (2015. 12. 30)
(31) 優先権主張番号 14305985.5
(32) 優先日 平成26年6月24日 (2014. 6. 24)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 391030332
アルカテルルーセント
フランス国、92100・ブローニュービ
ヤンクール、ルート・ドゥ・ラ・レーヌ・
148/152
(74) 代理人 110001173
特許業務法人川口国際特許事務所
(72) 発明者 アッデオ、クリスチャン
イタリア国、モンツァ・エ・ブリアンツァ
、20871・ビメルカーテ、ピア・エナ
ジー・パーク、14、アルカテルルーセ
ント・イタリア・エッセ・ピ・ア

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信ネットワークにおける保護スイッチングの制御

(57) 【要約】

リングトポロジを有する通信ネットワークにおいて保護スイッチングを制御する方法が開示される。方法は、ロックアウトオブプロテクションコマンドがノードにおいて適用され、双方向障害が、そのノードを隣接ノードに接続する範囲で発生し、その後ロックアウトオブプロテクションコマンドが除去される場合に適用される。方法は、そのノードおよび隣接ノードのいずれか1つにおいて障害を検出し、そのノードおよび隣接ノードのうちいずれか1つにローカルに適用されるさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合にはシグナルフェイルインジケーションを搬送する要求パケットを他方のノードに送信するステップを備える。

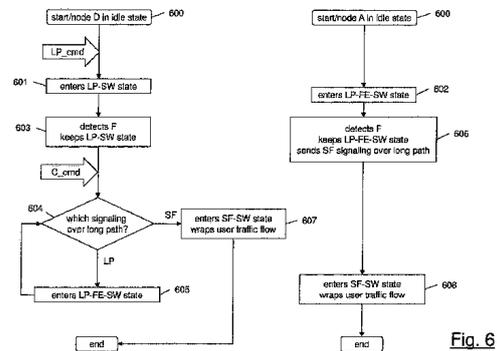


Fig. 6

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

リングトポロジを有する通信ネットワーク (RN) において保護スイッチングを制御する方法であって、前記通信ネットワーク (RN) は、MLPS-TPリング保護スイッチングスキームおよび自動保護スイッチング制御プロトコルを実施するように構成され、

ロックアウトオブプロテクションコマンド (LP__cmd) が前記ネットワーク (RN) のノード (D) において適用され、

双方向障害が、前記ノードをネットワーク (RN) の隣接ノード (A) に接続する範囲で発生し、

さらなるコマンド (C__cmd) が前記ノード (D) において適用され、前記さらなるコマンド (C__cmd) が、前記ロックアウトオブプロテクションコマンド (LP__cmd) を除去し、

方法が、前記ノード (D) および前記隣接ノード (A) のうちのいずれか 1 つにおいて、前記障害 (F) を検出するステップを備える、該方法において、

前記ノード (D) および前記隣接ノード (A) のうちの前記いずれか 1 つにおいてローカルに適用されたさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合、シグナルフェイルインジケーションを搬送する要求パケット (SF (AD)) を、前記ノード (D) および前記隣接ノード (A) のうちの他方の 1 つに送信するステップを備えることを特徴とする、方法。

【請求項 2】

a) 前記隣接ノード (A) において、前記障害 (F) を検出し、前記隣接ノード (A) においてローカルに適用された前記さらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合にはシグナルフェイルインジケーションを搬送する前記要求パケット (SF (AD)) を前記ノード (D) に送信するステップと、

b) 前記ノード (D) において、前記障害 (F) を検出し、前記要求パケット (SF (AD)) を受信し、前記ノード (D) においてローカルに適用されたさらにさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合には前記障害 (F) によって影響されるユーザトラフィックフローに対して前記保護スイッチングを実施するステップと

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ステップ b) において、シグナルフェイルスイッチング状態に入り、シグナルフェイルインジケーションを搬送するさらなる要求パケット (SF (DA)) を前記隣接ノード (A) に送信するステップをさらに備える、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

c) 前記隣接ノード (A) において、前記さらなる要求パケット (SF (DA)) を受信し、シグナルフェイルスイッチング状態に入り、前記 (F) 障害によって影響される前記ユーザトラフィックフローに対して前記保護スイッチングを実施するステップをさらに備える、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

a') 前記ノード (D) において、前記障害 (F) を検出し、前記ノード (D) においてローカルに適用された前記さらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合にはシグナルフェイルインジケーションを搬送する前記要求パケット (SF (DA)) を送信し、前記障害 (F) によって影響されるユーザトラフィックフローに対して前記保護スイッチングを実施するステップと、

b') 前記隣接ノード (A) において、前記障害 (F) を検出し、前記要求パケット (SF (DA)) を受信し、前記隣接ノード (A) においてローカルに適用されたさらにさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合には前記ユーザトラフィックフローに対して前記保護スイッチングを実施するステップと

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記ステップ a') において、シグナルフェイルスイッチング状態に入るステップをさらに備える、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ステップ b') において、シグナルフェイルスイッチング状態に入り、シグナルフェイルインジケーションを搬送するさらなる要求パケット (S F (A D)) を前記ノード (D) に送信するステップをさらに備える、請求項 5 または 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ステップ a') において、タイマを開始するステップをさらに備える、請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記タイマが、予め定められた持続期間を有し、前記持続期間が、前記ノード (D) と前記隣接ノード (A) との間の長経路上での要求パケットのラウンドトリップ時間に基づいて予め定められる、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

c') 前記ノード (D) において、前記さらなる要求パケット (S F (A D)) を受信し、前記タイマがまだ満了していない場合には前記タイマを停止するステップをさらに備える、請求項 7 および 8 または 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記ノード (D) において、前記タイマが満了すると、ロックアウトオブプロテクションインジケーションを搬送するさらにさらなる要求パケットを前記隣接ノード (A) から受信し、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に入り、前記ユーザトラフィックフローに対して前記保護スイッチングを実施することを停止するステップをさらに備える、請求項 8 から 10 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

リングトポロジを有し、保護スイッチングスキームを実施する通信ネットワーク (R N) のノード (A) であって、前記保護スイッチングスキームは、 M L P S - T P リング保護スイッチングスキームであり、前記ノード (A) は、自動保護スイッチング制御プロトコルを実施するように構成されるとともに、

ロックアウトオブプロテクションコマンド (L P _ c m d) が前記ノード (A) に隣接する通信ネットワーク (R N) のさらなるノード (D) において適用され、

双方向障害が前記ノード (A) を前記隣接ノード (D) に接続する範囲で発生し、

さらなるコマンド (C _ c m d) が前記隣接ノード (D) において適用され、前記さらなるコマンド (C _ c m d) が、前記ロックアウトオブプロテクションコマンド (L P _ c m d) を除去する場合に、

前記障害 (F) を検出するように構成されるノード (A) において、

前記ノード (A) においてローカルに適用されたさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合、シグナルフェイルインジケーションを搬送する要求パケット (S F (A D)) を前記隣接ノード (D) に送信するようにさらに構成されることを特徴とする、ノード (A) 。

【請求項 13】

リングトポロジを有し、保護スイッチングスキームを実施する通信ネットワーク (R N) のノード (D) であって、前記保護スイッチングスキームは、 M L P S - T P リング保護スイッチングスキームであり、前記ノード (D) は、自動保護スイッチング制御プロトコルを実施するように構成されるとともに、

ロックアウトオブプロテクションコマンド (L P _ c m d) が前記ノード (D) において適用され、

双方向障害が、前記ノード (D) を前記ノード (D) に隣接する通信ネットワーク (R N) のさらなるノード (A) に接続する範囲で発生し、

さらなるコマンド (C _ c m d) が前記ノード (D) において適用され、前記さらなるコマンド (C _ c m d) が、前記ロックアウトオブプロテクションコマンド (L P _ c m

10

20

30

40

50

d) を除去する場合に、

前記障害 (F) を検出するように構成されるノード (D) において、

前記ノード (D) においてローカルに適用されたさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合、シグナルフェイルインジケーションを搬送する要求パケット (S F (D A)) を前記隣接ノード (A) に送信するようにさらに構成されることを特徴とする、ノード (D) 。

【請求項 14】

請求項 12 または 13 に記載のノードを含む、リングトポロジを有する、通信ネットワーク (R N) 。

【請求項 15】

前記通信ネットワーク (R N) が、M P L S または M P L S - T P 通信ネットワークである、請求項 14 に記載の通信ネットワーク (R N) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信ネットワークの分野に関する。特に、本発明は、リングトポロジを有する通信ネットワーク (特に、それに限定されないが、M P L S または M P L S - T P ネットワーク) において保護スイッチングを制御する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

知られているように、パケット交換通信ネットワークでは、各ユーザトラフィックフローは、リンクによって接続された 1 つまたは複数の中間ノードを含む経路に沿って送信元ノードから宛先ノードにルーティングされるパケットに分割される。

【0003】

M P L S (マルチプロトコルラベルスイッチング) ネットワークでは、I E T F R F C 3 0 3 1 (2 0 0 1 年 1 月) によって定義されるように、ネットワークを通じて所与のユーザトラフィックフローを搬送するパケットがたどる経路は、ラベル交換経路 (略して、L S P) と称される。

【0004】

M P L S - T P (M P L S トランスポートプロファイル) と称される特定のバージョンの M P L S は、トランスポートネットワークのためのネットワークレイヤ技術として採用されている。

【0005】

M P L S および M P L S - T P ネットワークは、リングトポロジを含む種々のトポロジを有することができる。特に、I T U - T d r a f t R e c o m m e n d a t i o n 「 G . 8 1 3 2 d r a f t M P L S - T P s h a r e d p r o t e c t i o n r i n g p r o t e c t i o n 」 (2 0 0 9 年 5 月) および I E T F I n t e r n e t - D r a f t 「 M P L S - T P R i n g P r o t e c t i o n S w i t c h i n g (M R P S) 」、d r a f t - h e l v o o r t - m p l s - t p - r i n g - p r o t e c t i o n - s w i t c h i n g - 0 6 . t x t、(2 0 1 4 年 4 月 1 8 日) は、リンクトポロジに従ってリンクによって接続されたいくつかのノードを含む M P L S - T P ネットワーク上で伝送されるユーザトラフィックフローを保護することを可能にする M P L S - T P リング保護スイッチング (略して、M R P S) スキームを定義する。特に、M R P S スキームにより、リンクは、相互に反対方向でトラフィックを搬送する、2 つの逆回転リングレット、すなわち、時計回りリングレットおよび反時計回りリングレットを形成する。特に、各リングレットの帯域幅は、現用 L S P、すなわち、ユーザトラフィックフローを搬送する L S P に特化した現用帯域幅、および保護 L S P に特化した保護帯域幅に分割される。1 つのリングレットの保護 L S P は、障害のケースでは他のリングレットの現用 L S P を搬送するために使用されることがある。

【0006】

10

20

30

40

50

リンクまたはノード障害のケースでは、影響される現用 L S P によって伝送されるユーザトラフィックは、例えば、ラッピング技術により保護 L S P のいずれかに切り替えられることがある。

【 0 0 0 7 】

ラッピング技術によれば、時計回りリングレットのリンクに影響を与える単方向障害の例示的なケースでは、障害を検出するノード（すなわち、障害リンクの下流ノード）が、障害の反対側にあるノード（すなわち、障害リンクの上流ノード）に通知し、両方が保護スイッチングを実行し、すなわち、それらの両方が反対方向で、障害リンク上で保護 L S P に伝送される現用 L S P の M P L S パケットを切り替える。上記例によると、障害リンクに隣接したノードは、パケットを反時計回りリングレットに切り替える。したがって、パケットは、障害リンクの上流ノードから、障害リンクの下流ノードに到達するまで反時計回りリングレットに沿って移動する。次いで、このノードは、パケットを時計回りリングレットに再度切り替える。その動作方向が時計回りであるユーザトラフィックは、反時計回り方向で保護され、逆も同様である。

10

【 0 0 0 8 】

ネットワークのノードは一般的に、保護スイッチングの動作を制御および調整する制御プロトコルを実施する。制御プロトコルの例は、自動保護スイッチング（ A P S ）プロトコルである。上記で引用された I T U - T d r a f t R e c o m m e n d a t i o n 「 G . 8 1 3 2 d r a f t M P L S - T P s h a r e d p r o t e c t i o n r i n g p r o t e c t i o n 」および I E T F I n t e r n e t - D r a f t 「 M P L S - T P R i n g P r o t e c t i o n S w i t c h i n g (M R P S) 」、 d r a f t - h e l v o o r t - m p l s - t p - r i n g - p r o t e c t i o n - s w i t c h i n g - 0 6 . t x t 、 (2 0 1 4 年 4 月 1 8 日) によれば、 M P L S - T P リングネットワークでは、ラッピング技術は、障害を検出するノードが、双方向で A P S 要求パケットを送出するか、または反対側にある、障害に隣接したノードにパケットを送出し、それによって、両方のノードがユーザトラフィックを現用 L S P から保護 L S P に切り替えることができることを意味する。障害が単方向である場合、 A P S 要求パケットは、反対側にあり、かつ障害に隣接したノードに双方向から到達する。障害が双方向である場合、 A P S 要求パケットは、そのノードに 1 つの方向のみから到達する。

20

【 0 0 0 9 】

概して、 A P S 要求パケットは、ネットワーク内でコマンドの組を転送し、それは、障害状態のケースではノードによって自動的に開始されることがあり、または外部から開始されることがある。

30

【 0 0 1 0 】

A P S 要求パケットは、ペイロードを含み、ペイロードは、 A P S 特有情報を搬送するために使用される 4 つのフィールド：

- A P S 要求の宛先となるノードを識別する宛先ノード識別子と、
 - A P S 要求を生成するノードを識別する送信元ノード識別子と、
 - 要求タイプ（またはコマンド）を識別する 4 ビットコードを含む A P S 要求コードと、
 - 1 バイトの予約フィールドと
- を含む。

40

【 0 0 1 1 】

A P S 要求コード（以下では単に「コード」または「インジケーション」とも称される）は、ロックアウトオブプロテクション（ L P ）、フォーストスイッチ（ F S ）、シグナルフェイル（ S F ）、マニュアルスイッチ（ M S ）、ウェイト・ツー・リストア（ W T R ）、エクササイズ（ E X E R ）、リバースリクエスト（ R R ）、ノーリクエスト（ N R ）のうちの 1 つであることがある。コードは、最高優先度から最低優先度へと並べられており、すなわち、ロックアウトオブプロテクションコードは、最高優先度を有する要求に対応する。 A P S 要求コードは、ネットワーク内で、それぞれのコマンドおよび検出異常イ

50

ンジケーションを転送するために使用される。

【0012】

特に、ロックアウトオブプロテクションコードは、いかなる保護活動も防止するとともにリングのいずれかで保護スイッチを使用することを防止するコマンドに対応する。特に、それぞれのコマンドは、ネットワークオペレータによってリングのノードで適用されてもよく、ノードは、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送するAPS要求パケットを、リングの短経路および長経路の両方で送信する。リングのノードがこのパケットを受信すると、リングにおける全ての既存のスイッチが中断され(dropped)なければならない。

【0013】

シグナルフェイルコードは、ノードが信号障害状態を検出するときに発行される、検出異常インジケーションに対応する。

【0014】

障害がない場合、ネットワークの各ノードは一般的に、ノーリクエストコードを含むAPS要求パケットを隣接ノードに定期的(例えば、5秒ごと)に送る。

【0015】

以下の説明では、上記APSコードのうちの1つと関連付けられた用語「シグナリング」は、そのコードを搬送する1つまたは複数のAPS要求パケットを示す。例えば、表現「ロックアウトオブプロテクション(または、任意の他のAPS要求コード)シグナリング」は、ロックアウトオブプロテクションコード(または、任意の他のAPS要求コード)を搬送する1つまたは複数APS要求パケットを意味する。さらに、表現「ロックアウトオブプロテクション(または、任意の他のAPS要求コード)シグナリングを送信/受信する」は、APS制御プロトコルによる、ロックアウトオブプロテクションコード(または、任意の他のAPS要求コード)を搬送する1つまたは複数のAPS要求パケットの伝送/受信を意味する。同様に、表現「ロックアウトオブプロテクションコマンド(または、任意の他のコマンド)をシグナリングすること」は、APS制御プロトコルによる、ロックアウトオブプロテクションコード(または、任意の他のAPS要求コード)を搬送する1つまたは複数のAPS要求パケットの伝送を意味する。

【0016】

さらに、APS標準は、リングのノードの異なる状態を規定する。特に、ノードは、それがAPS要求を有さず、ノーリクエストコードを含むメッセージを両方の方向に提供し、かつ両方の方向から受信しているときにアイドル状態にある。ノードは、その高優先度APS要求がそのノードを宛先とせず、かつそのノードが送信元となっていない要求であるときにパススルー状態にある。パススルーは、双方向である。アイドルおよびパススルー状態にないノードは、スイッチング状態にある。さらに、スイッチング状態は通常、コマンドまたは検出異常インジケーションと関連付けられ、例えば、ノードは、ローカルなロックアウトオブプロテクションコマンドがそのノードにおいて適用されるときにロックアウトオブプロテクションスイッチング状態(LP-SW)にあることがあり、または、障害状態を検出するときにシグナルフェイルスイッチング状態(SF-SW)にあることがある。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0017】

【非特許文献1】ITU-T draft Recommendation「G.813 2 draft MPLS-TP shared protection ring protection」(2009年5月)

【非特許文献2】IETF Internet-Draft「MPLS-TP Ring Protection Switching(MRPS)」、draft-helvoort-mp-ls-tp-ring-protection-switching-06.txt、(2014年4月18日)

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明者らは、上述したMRPSスキームおよびAPSプロトコルを実施するリングネットワークにおいて、以下の状況が発生することがあることに気付いた。

1) ロックアウトオブプロテクションコマンドが隣接リモートノードに対するインタフェース上でアイドル状態にあるリングのノードに適用される。結果として、そのコマンドによって対処されるノード(「テールエンド」とも称される)は、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送するAPS要求パケットをリモートノード(「ヘッドエンド」とも称される)にリングの短経路(すなわち、リングレットに沿ってヘッドエンドとテールエンドを直接接続する経路)と長経路(すなわち、反対のリングレットに沿って、ヘッドエンドおよびテールエンドが中間ノードを通じて接続される経路)との両方で送信し、リモートノードは、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを受信すると、同一のAPS要求パケットを発行し、それを長経路上で送信し、またリバースリクエストコードを含むAPS要求パケットを発行し、それを短経路上で送信する。

2) 双方向障害状態が、ロックアウトオブプロテクションコマンドによって関与されるネットワークの同一の範囲(すなわち、ヘッドエンドとテールエンドを直接接続する範囲)で発生し、障害は、その範囲の両方の隣接エンドノードによって双方向で検出される。最高優先度であるために、ロックアウトオブプロテクションコマンドはなお、維持およびシグナリングされる。しかしながら、双方向障害状態の結果として、ロックアウトオブプロテクションコマンドが適用されるノードによって前に受信されているリバースリクエストシグナリングは短経路に沿って受信されなくなるが、ロックアウトオブプロテクションシグナリングはなお長経路に沿って受信される。以下の説明および特許請求の範囲では、用語「範囲」は、2つの隣接ノードを含むリングおよびそれらの間のリングの任意の部分を意味する。

3) クリアコマンドは、ロックアウトオブプロテクションコマンドが前に適用されたノードにおいて適用される。ノードがなおロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で受信している条件では(実際には、このロックアウトオブプロテクションシグナリングは前に存在したコマンドの確認応答としてヘッドエンドによって伝送される)、ノードは、なお維持されているロックアウトオブプロテクション状態を中断することを許可されず、結果として、ノードはいわゆるデッドロック状態に入る。

4) 障害は保護されず、トラフィックが失われる。

【0019】

障害範囲の2つのエンドノードの各々は、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送するAPS要求パケットを受信し、すなわち、2つのエンドノードの各々は、ロックアウトオブプロテクションコマンドが他のノードに適用されたかのようにシグナリングされる。このコマンドは、ロックアウトオブプロテクション-ファーエンドと称される。言い換えると、1つのロックアウトオブプロテクションコマンドがエンドノードに適用される状態と、2つのロックアウトオブプロテクションコマンドが2つのエンドノードに適用される状態とは区別することができない。

【0020】

結果として、障害範囲の2つのエンドノードは、当該範囲に影響を与える障害が回復されるまで自動的にオペレータの介入によっても変化することができない、「ロックアウトオブプロテクション-ファーエンドスイッチング状態」または「LP-FE-SW状態」として示されるスイッチング状態をもたらす。このケースでは、実際に、当該範囲上でのAPSシグナリングは、両方のノードがアイドル状態に進展することを可能にするリバースリクエストコードを搬送する。

【0021】

デッドロック状態は、ロックアウトオブプロテクションコマンドが適用されるノードからMRPS保護を除去もしくは再構成することによって、または障害状態を除去すること

10

20

30

40

50

によって解消されることがあり、それは、ノードがアイドル状態に進展することを可能にする。

【0022】

しかしながら、それらの手順はいくつかの欠点を有している。一方で、それらは、オペレーションコストおよびリカバリ時間の点で不利である。実際に、当該手順は、適切な動作をアクティブ化するためにオペレータがアラートを受ける必要があるので自動的でない。一方で、それらは、性能の点で不利である。実際に、デッドロック状態が発生するとき、およびそれがリングに影響を与える時間の間、障害範囲に沿って移動するトラフィックが保護されず、失われるため、リングは、MRPSスキームによって提供されるリカバリ能力の損失を被る。

10

【0023】

上記を考慮して、本出願人は、リングトポロジを有する通信ネットワーク（特に、それに限定されないが、MPLSまたはMPLS-TPネットワーク）において保護スイッチングを制御する、上記欠点を克服する方法を提供する課題に直面している。特に、本出願人は、自動的で、かつ保護スイッチングスキームとの互換性を有する方式で、デッドロック状態を回避するとともに、保護スイッチングスキームによって提供される完全リカバリ能力の下でリングを維持することを可能にする、リング通信ネットワークにおいて保護スイッチングを制御する方法を提供する課題に直面している。

【0024】

以下の説明および特許請求の範囲では、

20

- 表現「ロックアウトオブプロテクションコマンド」は、APS制御プロトコルを参照して上記説明されたロックアウトオブプロテクションコマンドなど、通信ネットワーク全体でいかなる保護スイッチング動作も禁止するコマンドを意味する。

- 表現「要求パケット」は、上記で説明されたAPS要求パケットなど、保護スイッチングを制御するために使用される制御プロトコルに従って、通信ネットワーク内でコマンドおよび/または検出異常インジケーションを搬送するパケットを意味する。

- 表現「シグナルフェイルインジケーション」は、上記で説明されたシグナルフェイルコードなど、要求パケット内で搬送される、通信ネットワークにおける障害状態を示す情報を意味する。

30

- 表現「ロックアウトオブプロテクションインジケーション」は、上記説明されたロックアウトオブプロテクションコードなど、要求パケット内で搬送される、ノードに適用されるロックアウトオブプロテクションコマンドを示す情報を意味する。

- 表現「シグナルフェイルスイッチング状態」は、ノードがそれに応じて障害状態を検出し、対応するシグナリングをネットワーク内で送信し、障害を回避するための保護スイッチングを実施する、ノードにおける保護スイッチングインスタンスの状態を意味する。

表現「保護スイッチングインスタンス」（特に、MRPSインスタンス）は、上記説明された保護スイッチングスキーム（特に、MRPS）の適用/実装形態に使用することができる通信ネットワークのノードにおけるネットワークリソースの組を示す。1つのノードにおいて、保護スイッチングインスタンスは、インスタンス自体をサポートするために適用される属性およびパラメータを含む。

40

- 表現「ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態」は、ロックアウトオブプロテクションコマンドが適用されるノードにおける保護スイッチングインスタンスの状態を意味し、ノードは、保護スイッチングを実施することを阻止される。

- 表現「ロックアウトオブプロテクション-ファーエンドスイッチング状態」は、ノードがそれに応じて、ロックアウトオブプロテクションコマンドが別のノードに適用されている旨のロックアウトオブプロテクションインジケーションを搬送するシグナリングを受信し、ノードが保護スイッチングを実施することを阻止される、ノードにおける保護スイッチングインスタンスの状態を意味する。

【0025】

第1の態様によれば、本発明は、リングトポロジを有する通信ネットワークにおいて保

50

護スイッチングを制御する方法を提供し、当該方法では、

ロックアウトオブプロテクションコマンドがネットワークのノードにおいて適用され、
双方向障害が、前記ノードをネットワークの隣接ノードに接続する範囲で発生し、および、

さらなるコマンドがノードにおいて適用され、さらなるコマンドが、ロックアウトオブ
プロテクションコマンドを除去し、

方法は、ノードおよび隣接ノードのうちのいずれか1つにおいて障害を検出するステップ
と、ノードおよび隣接ノードのうちのいずれか1つにおいてローカルに適用されたさらなる
ロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合、シグナルフェイルインジ
ケーションを搬送する要求パケットをノードおよび隣接ノードのうちの他方の1つに送信
するステップを備える。

10

【0026】

第1の実施形態によれば、方法が：

a) 隣接ノードにおいて、障害を検出し、隣接ノードにおいてローカルに適用されたさら
なるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合にはシグナルフェイルイ
ンジケーションを搬送する要求パケットをノードに送信するステップと、

b) ノードにおいて、障害を検出し、要求パケットを受信し、ノードにおいてローカルに
適用されたさらにさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合に
は障害によって影響されるユーザトラフィックフローに対して保護スイッチングを実施す
るステップと

20

を備える。

【0027】

好ましくは、方法が、ステップb)において、シグナルフェイルスイッチング状態に入り、
シグナルフェイルインジケーションを搬送するさらなる要求パケットを隣接ノードに
送信するステップをさらに備える。

【0028】

好ましくは、方法が：

c) 隣接ノード(A)において、さらなる要求パケットを受信し、シグナルフェイルスイ
ッチング状態に入り、障害によって影響されるユーザトラフィックフローに対して保護ス
イッチングを実施するステップをさらに備える。

30

【0029】

第2の実施形態によれば、方法が：

a') ノードにおいて、障害を検出し、ノードにおいてローカルに適用されたさらなるロ
ックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合にはシグナルフェイルインジケ
ーションを搬送する要求パケットを送信し、障害によって影響されるユーザトラフィック
フローに対して保護スイッチングを実施するステップと、

b') 隣接ノードにおいて、障害を検出し、要求パケットを受信し、隣接ノードにおいて
ローカルに適用されたさらにさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在し
ない場合には、ユーザトラフィックフローに対して保護スイッチングを実施するステップ
と

40

を備える。

【0030】

好ましくは、方法は、ステップa')において、シグナルフェイルスイッチング状態に入
るステップをさらに備える。

【0031】

好ましくは、方法は、ステップb')において、シグナルフェイルスイッチング状態に入
り、シグナルフェイルインジケーションを搬送するさらなる要求パケットをノードに送
信するステップをさらに備える。

【0032】

有利には、方法は、ステップa')において、タイマを開始するステップをさらに備え

50

る。

【0033】

好ましくは、タイマは、予め定められた持続期間を有し、持続期間は、ノードと隣接ノードとの間の長経路上での要求パケットのラウンドトリップ時間に基づいて予め定められる。

【0034】

好ましくは、方法は：

c') ノードにおいて、さらなる要求パケットを受信し、タイマがまだ満了していない場合にはタイマを停止するステップをさらに備える。

【0035】

好ましくは、方法は、ノードにおいて、タイマが満了すると、ロックアウトオブプロテクションインジケーションを搬送するさらにさらなる要求パケットを隣接ノードから受信し、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に入り、ユーザトラフィックフローに対して保護スイッチングを実施することを停止するステップをさらに備える。

【0036】

第2の態様によれば、本発明は、リングトポロジを有し、保護スイッチングスキームを実施する通信ネットワークのノードを提供し、このノードは、

ロックアウトオブプロテクションコマンドがノードに隣接する通信ネットワークのさらなるノードにおいて適用され、

双方向障害が、ノードを隣接ノードに接続する範囲で発生し、

さらなるコマンドが隣接ノードにおいて適用され、さらなるコマンドが、ロックアウトオブプロテクションコマンドを除去する場合に、

障害を検出するように構成されるとともに、ノードにおいてローカルに適用されたさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合、シグナルフェイルインジケーションを搬送する要求パケットを隣接ノードに送信するように構成される。

【0037】

第3の態様によれば、本発明は、リングトポロジを有し、保護スイッチングスキームを実施する通信ネットワークのノードを提供し、このノードは、

ロックアウトオブプロテクションコマンドがノードにおいて適用され、

双方向障害が、ノードをノードに隣接する通信ネットワークのさらなるノードに接続する範囲で発生し、

さらなるコマンドがノードに適用され、さらなるコマンドが、ロックアウトオブプロテクションコマンドを除去する場合に、

障害を検出するように構成されるとともに、ノードにおいてローカルに適用されたさらなるロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合、シグナルフェイルインジケーションを搬送する要求パケットを隣接ノードに送信するように構成される。

【0038】

第4の態様によれば、本発明は、上記に記載のノードを含むリングトポロジを有する通信ネットワークを提供する。

【0039】

好ましくは、通信ネットワークは、MPLSまたはMPLS - TP通信ネットワークであり、保護スイッチングスキームは、MLPS - TPリング保護スイッチングスキームである。

【0040】

本発明は、添付図面を参照することによって読まれることになる、例として与えられ、限定的でない以下の詳細な説明を読むことによってより明確になるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】リングトポロジおよびネットワークの範囲を通る現用経路を有する通信ネットワ

10

20

30

40

50

ークを概略的に示す図である。

【図2】ロックアウトオブプロテクションコマンドがノードに適用されるとき図1のネットワークを概略的に示す図である。

【図3】現用経路が通るネットワークの範囲で障害が発生するとき図2のネットワークを概略的に示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態による、ロックアウトオブプロテクションコマンドが除去されるとき図3のネットワークを概略的に示す図である。

【図5】図4のネットワークおよび図1の現用経路に対する保護経路を概略的に示す図である。

【図6】本発明の第1の実施形態による、障害によって影響される範囲のエンドノードの状態図を示すフローチャートである。

【図7】本発明の第2の実施形態による、ロックアウトオブプロテクションコマンドが除去されるとき図3のネットワークを概略的に示す図である。

【図8】本発明の第2の実施形態による、障害によって影響される範囲のエンドノードの状態図を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0042】

図1は、リングトポロジを有する通信ネットワークRNを概略的に示す。

【0043】

通信ネットワークRNは、好ましくは、リングを形成するように接続されたいくつかのノードを含む。例示的には、図1の通信ネットワークRNは、4つのノードA、B、C、Dを含む。

【0044】

好ましくは、ノードA、B、C、Dは、単方向物理リンクを通じて、時計回り方向および反時計回り方向の両方で接続される。ノードA、B、C、Dを時計回り方向で接続する単方向物理リンクは、好ましくは、時計回りリングレットCWRを形成し、ノードA、B、C、Dを反時計回り方向で接続する単方向物理リンクは、好ましくは、反時計回りリングレットCCWRを形成する。

【0045】

通信ネットワークRNは、好ましくは、パケット交換ネットワークである。より好ましくは、通信ネットワークCNは、MPLSネットワークまたはMPLS-TPネットワークである。

【0046】

好ましくは、ネットワークRNのノードは、上記で説明された保護スイッチングスキーム（特に、MPLS-TPリング保護スイッチングスキーム、またはMRPSスキーム）およびラッピング技術を実施するように構成される。さらに、通信ネットワークRNの各ノードは、好ましくは、ネットワークの他のノードとの保護スイッチング動作を制御および調整するための制御プロトコルを実施するように構成される。好ましくは、制御プロトコルは、上記で説明されたAPS（自動保護スイッチング）プロトコルである。

【0047】

簡潔にするために、以下の説明では、特に、MPLS-TPリング保護スイッチングスキームおよびAPSプロトコルへの参照がなされ、用語は、上述した最新の標準規格で使用される用語に準拠する。しかしながら、本発明は、対応する規定とともに他の保護スイッチングスキームおよび制御プロトコルが実施されるときにも適用されてよいので、本発明は、説明された保護スイッチングスキームおよび制御プロトコルに限定されることを意図していない。

【0048】

ユーザトラフィックフローを搬送する現用経路WPは、ネットワークRNの範囲A-Dを含むと想定される。さらに、範囲A-Dに影響を与える障害のケースでは、現用経路WPは通常、範囲A-B、B-C、およびC-Dを含む保護経路PPに沿ったトラフィック

10

20

30

40

50

フローをラッピングすることによって保護されると想定される。

【0049】

また、以下の2つの状態が、ネットワークRN内で同時に存在すると想定される：

1) 特に、ノードDをノードAに接続する範囲A - DでロックアウトオブプロテクションコマンドがノードDで適用され、かつ

2) 双方向障害が範囲A - Dに影響を与える。

上記2つの状態は、任意の順序で発生する可能性がある。

【0050】

さらに、最終的には、ロックアウトオブプロテクションコマンドを除去するためにクリアコマンドがノードDに適用されると想定される。

10

【0051】

この状態では、ノードDおよびノードAの両方が、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態にあり、ノードBおよびCがパススルー状態にある。

【0052】

当業者は、この状態が前の章で説明されたデッドロック状態につながり、それがユーザトラフィックフローに含まれるパケットの損失を生じさせることを容易に認識することができよう。

【0053】

しかしながら、本発明の第1の実施形態により、ノードAが：

- 範囲A - Dで障害を検出し、
- ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路（すなわち、範囲D - C、およびB - Aを含む経路）上でノードDから受信し、かつ
- ローカルに適用されたロックアウトオブプロテクションコマンドを有さないとき、ノードAは、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に留まるが、「G. 8132 draft MPLS - TP shared protection ring protection」（2009年5月）およびIETF Internet - Draft「MPLS - TP Ring Protection Switching (MRPS)」、draft - helvoort - mpls - tp - ring - protection - switching - 06 . text、（2014年4月18日）で説明されるように、MRPSスキームおよびAPS制御プロトコルの規定に対する例外として、シグナルフェイルシグナリングを長経路上で送信する。

20

30

【0054】

次いで、ノードDが：

- 範囲A - Dで障害を検出し、
- シグナルフェイルシグナリングを長経路上でノードAから受信し、かつ
- ローカルに適用されたロックアウトオブプロテクションコマンドを有さないとき、ノードDは、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移り、シグナルフェイルシグナリングを長経路上で送信し、障害現用経路から保護経路へのユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを適用する。

40

【0055】

次いで、ノードAはまた、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移り、シグナルフェイルシグナリングを長経路上で送信し、障害現用経路から保護経路へのユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを適用する。

【0056】

本発明の第2の実施形態により、ノードAが：

- 範囲A - Dで障害を検出し、
- ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上でノードDから受信し、かつ

50

- ローカルに適用されたロックアウトオブプロテクションコマンドを有さないとき、ノード A は、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に留まり、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で送信する。

【0057】

次いで、ノード D が：

- 範囲 A - D で障害を検出し、
- ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上でノード A から受信し、かつ

- ローカルに適用されたロックアウトオブプロテクションコマンドを有さないとき、ノード D は、好ましくは、「G. 8132 draft MPLS - TP shared protection ring protection」(2009年5月)および IETF Internet - Draft「MPLS - TP Ring Protection Switching (MRPS)」、draft - helvoort - mpls - tp - ring - protection - switching - 06 . txt、(2014年4月18日)で説明されるように、MRPS スキームおよび APS 制御プロトコルの規定に対する例外として、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移る。次いで、ノード D は、シグナルフェイルシグナリングを長経路上で送信し、障害現用経路から保護経路へのユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを適用する。同時に、ノード D は、好ましくは、予め定められた持続期間でタイマを開始する。

【0058】

次いで、ノード A がシグナルフェイルシグナリングを長経路上でノード D から受信するとき(かつ、ローカルに適用されたロックアウトオブプロテクションコマンドが存在しない場合)、ノード A は、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移り、シグナルフェイルシグナリングを長経路上でノード D に送信し、障害現用経路から保護経路へのユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを適用する。

【0059】

タイマの実行時間の間、ノード D は、好ましくは、シグナルフェイルスイッチング状態に留まり、シグナルフェイルシグナリングの送信を継続する。言い換えると、タイマの実行時間の間、ノード D は、それが長経路上で受信している要求パケットを「無視する」。

【0060】

タイマの満了前またはタイマの満了時に、ノード D がシグナルフェイルシグナリングを長経路上でノード A から受信する場合(なぜならば、ノード A は、シグナルフェイルシグナリングを長経路上でノード D から受信して、シグナルフェイルスイッチング状態に入っているためである)、それは、好ましくは、シグナルフェイルスイッチング状態に留まり、タイマを停止し、シグナルフェイルシグナリングの送信を継続する。このケースでは、ノード D およびノード A の両方が保護スイッチングスキームを実施しており、それらは、障害現用経路 WP から保護経路 PP へのユーザトラフィックフローをラッピングしている。

【0061】

タイマの満了時に、ノード D が、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上でノード A から受信する場合(なぜならば、例えば、ローカルなロックアウトオブプロテクションコマンドが範囲 A - D でノード A に適用されているからである)、ノード D は、好ましくは、シグナルフェイルスイッチング状態からロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に移り、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で送信することを開始する。このケースでは、ノード D は、現用経路 WP から保護経路 PP へのユーザトラフィックフローをラッピングすることを停止する。

【0062】

上記両方の実施形態によれば、本発明の方法は、MRPS 保護スイッチングスキームお

10

20

30

40

50

よび A P S 制御プロトコルに対する標準規格の規定を無効にすることによって、ネットワーク R N 内で保護スイッチングを制御することを可能にする。実際に、本発明により、上記で説明されたような考えられるデッドロックの状態では、障害によって影響される範囲の端にある 1 つのノード、すなわち、ノード A (第 1 の実施形態) またはノード D (第 2 の実施形態) のいずれかが、標準規格の規定に関わらず、シグナルフェイルシグナリングを範囲の反対の端にあるノードに送信する。第 1 の実施形態によれば、ノード A は、それがロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態にある場合でさえ、そのようなシグナリングを送信する。第 2 の実施形態によれば、ノード D は、それがロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で受信している場合でさえ、シグナルフェイルスイッチング状態に入り、対応するシグナリングを送信する。

10

【 0 0 6 3 】

このようにして、本発明の第 1 の実施形態および本発明の第 2 の実施形態の両方により、デッドロック状態は有利に回避される。よって、実施される保護スイッチングスキームにより保護され、障害範囲を (正常状態で) 通るユーザトラフィックフローは、有利に、正確に回復することができる。

【 0 0 6 4 】

図 2、3、4、5 および 6 は、本発明の第 1 の実施形態をさらに詳細に示している。特に、図 6 は、ノード A および D の状態図を示すフローチャートである。

【 0 0 6 5 】

ノード A、B、C、D は最初アイドル状態にあり (図 6 のステップ 6 0 0)、それらは、ノード A がリンクエラストコードを搬送する要求パケットを発行および送信する (図示せず)。

20

【 0 0 6 6 】

さらに、ロックアウトオブプロテクションコマンドがノード D に適用されると想定される (図 2 を参照)。図 2 および図 6 では、ロックアウトオブプロテクションコマンドの適用は、参照符号「L P _ _ c m d」が付された矢印によって表される。特に、ロックアウトオブプロテクションコマンド L P _ _ c m d は、好ましくは、ネットワーク R N のノード D をノード A に接続する範囲に関してノード D に適用される。

【 0 0 6 7 】

このケースでは、図 6 のステップ 6 0 1 に示されるように、ノード D は、ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態 (L P - S W 状態) に入る。

30

【 0 0 6 8 】

既に上記で説明されたように、ロックアウトオブプロテクションコマンド L P _ _ c m d がノード D で適用され、ノード D がロックアウトオブプロテクションスイッチング状態に入ると、それは、上述した制御プロトコルにより 1 つまたは複数の要求パケットを発行する。特に、ノード D によって発行される要求パケットは、好ましくは、ロックアウトオブプロテクションコードを含む。

【 0 0 6 9 】

次いで、ノード D は、好ましくは、要求パケットを短経路 (すなわち、範囲 A - D) 上でノード A に送信し、また同様の要求パケットを長経路上でノード A に送信する。図 2 では、それらの要求パケットは、同一の参照符号 L P (D A) で示される。

40

【 0 0 7 0 】

ノード A は、要求パケット L P (D A) をノード D から受信すると、好ましくは、図 6 のステップ 6 0 2 に示されるように、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態 (L P - F E - S W 状態) に入る。次いで、好ましくは、ノード A は：

- ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する 1 つまたは複数の第 1 の要求パケットを発行する。次いで、ノード A は、その後、第 1 の要求パケットを長経路でノード D に送信する。ノード A によって発行された第 1 の要求パケットは、参照符号 L P (A D) で図 2 に示される。そして、

- リバースリンクエラストコードを搬送する 1 つまたは複数の第 2 の要求パケットを発行し、その後、それらを短経路で送信する (すなわち、それらをノード D に送信する)。ノード

50

ド A において発行された第 2 の要求パケットは、参照符号 R R (A D) で図 2 に示される。

ノード B およびノード C は、パススルー状態に入る。

【 0 0 7 1 】

この時点で、双方向障害 F が、範囲 A - D に影響を与えると想定する (図 3 を参照) 。

【 0 0 7 2 】

上記で説明された 2 つの状態、すなわち、ロックアウトオブプロテクションコマンド L P _ c m d を適用すること、および障害 F の発生は、任意の順序で発生してよく、すなわち、最初にロックアウトオブプロテクションコマンド L P _ c m d がノード D に適用され、次いで、双方向障害が範囲 A - D で発生し、または逆も同様である。図 2 - 5 は、ロックアウトオブプロテクションコマンド L P _ c m d が最初に適用され、次いで、双方向障害 F が発生することによる状態を示す。

10

【 0 0 7 3 】

障害 F が発生すると、障害は、ノード D およびノード A の両方によって双方向で検出される (図 6 のステップ 6 0 3 および 6 0 6) 。

【 0 0 7 4 】

特に、ステップ 6 0 3 では、ノード D は、好ましくは：

- 双方向障害 F を検出し、
- ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する第 1 の要求パケット L P (A D) を長経路上でノード A から受信し、および
- ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態に留まる。

20

【 0 0 7 5 】

この時点で、図 4 および図 6 に示されるように、ロックアウトオブプロテクションコマンド L P _ c m d を除去するために、さらなるコマンド C _ c m d がノード D に適用されてもよい。上述したように、このさらなるコマンドは、好ましくは、クリアコマンドである。

【 0 0 7 6 】

その間に、ノード D は、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する第 1 の要求パケット L P (A D) を長経路上でノード A から受信している。ノード D が、自身がロックアウトオブプロテクションコードを搬送する第 1 の要求パケット L P (A D) を長経路上で受信していることを検出すると (ステップ 6 0 4) 、ノード D は、ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態からロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に移り (図 6 のステップ 6 0 5) 、また、参照符号 L P (D A) で図 4 に示されるように、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを長経路上で送信することを継続する。

30

【 0 0 7 7 】

ステップ 6 0 6 では、ノード A は、好ましくは：

- 双方向障害 F を検出し、
- ロックアウトオブプロテクションコードを含む要求パケット L P (D A) を長経路上でノード D から受信する。

40

ロックアウトオブプロテクションコマンドが範囲 A - D でノード A にローカルに適用されていない場合、ノード A は、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に留まるが、シグナルフェイルコードを含む 1 つまたは複数の要求パケットを発行し、長経路上で送信する。この要求パケットは、参照符号 S F (A D) によって図 4 に示される。

【 0 0 7 8 】

ノード D が、自身がノード A からシグナルフェイルコードを搬送する要求パケット S F (A D) を長経路上で受信していることを検出すると (図 6 のステップ 6 0 4) 、ノード D は、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移る (ステップ 6 0 7) 。さらに、ステップ 6 0

50

7で、ノードDは、図5に示されるように、シグナルフェイルコードを含む要求パケットを発行し、長経路上で送信する。この要求パケットは、参照符号SF(DA)によって図5に示される。最後に、ステップ607では、ノードDは、好ましくは、保護スイッチングスキームを実施し、障害現用経路WPから保護経路Pへのユーザトラフィックフローをラッピングする。

【0079】

この時点で、ノードAはまた、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移り、保護スイッチングスキームを実施し、障害現用経路WPから保護経路PPへのユーザトラフィックフローをラッピングする(ステップ608)。

【0080】

ロックアウトオブプロテクションコマンドが常に範囲A-DでノードAに適用される場合、ノードAは、好ましくは、ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態に入り、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを発行し、長経路上で送信することに留意されたい。障害Fを回避するために場合によってはノードAによって開始される任意のラッピング動作が停止される。このケースでは、ノードDは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に入り、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で送信する。障害が検出されると、ノードDは、上記で説明されたプロトコルの例外のように、シグナルフェイルシグナリングの送信を開始する。

【0081】

既に上述したように、本発明のこの第1の実施形態により、デッドロック状態が有利に回避される。実際に、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で受信しており、またユーザトラフィックフローが通るはずである範囲で障害を検出するノード(例として、上記状態にあるノードA)は、シグナルフェイルシグナリングを長経路上で送信する。これは、MRPSスキームおよびAPS制御プロトコルの規定に対する例外である。このようにして、障害ノードの反対側におけるノードは、ロックアウトオブプロテクションコマンドを除去すると、2つのノードがユーザトラフィックフローを回復するための保護スイッチングスキームを実施できるように、シグナルフェイルシグナリングをも送信してもよい。

【0082】

以下では、本発明のこの第2の実施形態による方法が、図2、3、7、5および8を参照してさらに詳細に説明される。特に、図8は、ノードDおよびAの状態図を示すフローチャートである。

【0083】

本発明の第1の実施形態を参照して既に上記で説明されたように、ノードA、B、C、Dは最初アイドル状態にあり(図8のステップ800)、それらは、ノーリクエストコードを搬送する要求パケットを発行および送信する(図示せず)。

【0084】

さらに、ロックアウトオブプロテクションコマンドLP_cmdがノードDに適用されると想定される(図2を参照)。このケースでは、図8のステップ801に示されるように、ノードDは、ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態(LP-SW状態)に入り、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション要求コードを搬送する1つまたは複数の要求パケットを発行する。参照符号LP(DA)で図2に示されるそれらの要求パケットは、短経路および長経路の両方でノードAに送信される。

【0085】

ノードAは、要求パケットLP(DA)をノードDから受信すると、図8のステップ802に示されるように、好ましくは、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態(LP-FE-SW状態)に入る。次いで、好ましくは、ノードAは：
- ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する1つまたは複数の第1の要求パケ

10

20

30

40

50

ットLP (AD) を発行し、それらを長経路上でノードDに送信し、

- リバースリクエストコードを搬送する1つまたは複数の第2の要求パケットRR (AD) を発行し、それらを短経路上でノードDに送信する。

ノードBおよびノードCは、パススルー状態に入る。

【0086】

この時点で、双方向障害Fが範囲A - Dに影響を与えると想定する(図3を参照)。

【0087】

ここでも、上記で説明された2つの状態、すなわち、コマンドLP__cmdの適用および障害Fの発生は任意の順序で発生してよく、すなわち、コマンドLP__cmdが最初にノードDに適用され、次いで、双方向障害が範囲A - Dで発生し、または逆も同様である。

10

【0088】

障害Fが発生すると、障害は、ノードDおよびノードAの両方によって双方向で検出される(図8のステップ803および804)。

【0089】

特に、ステップ803では、ノードDは、好ましくは:

- 双方向障害Fを検出し、
- ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する第1の要求パケットLP (AD) を長経路上でノードAから受信し、
- ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態に留まる。

20

【0090】

ノードAは、好ましくは:

- 双方向障害Fを検出し、
- ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットLP (DA) を長経路上でノードDから受信し、
- ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に留まる。

【0091】

この時点で、図7および図8に示されるように、コマンドLP__cmdを除去するために、さらなるコマンドC__cmdがノードDに適用されてもよい。好ましくは、このさらなるコマンドは、クリアコマンドである。

30

【0092】

さらなるコマンドC__cmdがノードDに適用されるとき、ノードDは、好ましくは、それがなおロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを長経路上でノードAから受信している事実に関わらず、シグナルフェイルスイッチング状態に入る。次いで、ノードDは、好ましくは、シグナルフェイルコードを搬送する要求パケット(参照符号SF (DA) によって図7に示される)を発行してそれを長経路上で送信することを開始し、また障害現用経路WPから保護経路PPへのユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを実施することを開始する。その間、好ましくは、ノードDはタイマを開始する。

40

【0093】

既に上述したように、タイマは、好ましくは、予め定められた持続期間を有する。予め定められた持続期間は、好ましくは、ネットワークオペレータによって設定され、ネットワークRNにおけるノードの数に依存する。持続期間はまた、好ましくは、要求パケットがノードにおいて発行され、そのノードから隣接ノードに伝送される平均時間として求められる平均時間Tに依存する。好ましくは、タイマの持続期間は、 $(N - 1) \times 2 \times T$ に等しく、Nは、ネットワークRNにおけるノードの数である。言い換えると、予め定められたタイマの持続期間は、好ましくは、長経路上での要求パケットのラウンドトリップ時間に等しい。例えば、 $T = 3.3$ ミリ秒かつ $N = 128$ である場合、予め定められたタイマ持続期間は、 838.2 ミリ秒に等しい。

【0094】

50

タイマが動作している期間にわたって、ノード D は、好ましくは、シグナルフェイルス イッチング状態に留まり、シグナルフェイルコードを含む要求パケット発行および送信し、ユーザトラフィックフローをラッピングする。

【0095】

その間に、ステップ 806 では、ノード A は、好ましくは：

- 双方向障害 F を検出し、
- シグナルフェイルコードを含む要求パケット S F (D A) を長経路上でノード D から受信する。

ロックアウトオブプロテクションコマンドがノード A にローカルに適用されていない場合、ノード A は、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移り、シグナルフェイルを含む 1 つまたは複数の要求パケットを発行して長経路上で送信することを開始する。この要求パケットは、参照符号 S F (A D) によって図 5 に示される。さらに、ノード A は、保護スイッチング動作を実行すること、およびユーザトラフィックフローをラッピングすることを開始する。

【0096】

タイマが満了するとき、またはタイマが満了する前に、ノード D は、好ましくは、それがシグナルフェイルコードを搬送する要求パケット S F (A D) を長経路上で受信していることを検出する。したがって、ノード D は、好ましくは、シグナルフェイルスイッチング状態に留まり、タイマを停止し、シグナルフェイルコードを搬送する要求パケットの送信を継続する。さらに、ノード D は、保護スイッチングスキームを実施すること、および障害現用経路 W P から保護経路 P P へのユーザトラフィックフローをラッピングすることを継続する。

【0097】

ロックアウトオブプロテクションコマンドが常に範囲 A - D でノード A にローカルに適用される場合、ノード A は、好ましくは、ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態に入り、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを発行して長経路上で送信することに留意されたい。このケースでは、タイマが満了したときに、ノード D がロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを長経路上でノード A から受信する場合、ノード D は、好ましくは、シグナルフェイルスイッチング状態からロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に移り、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを発行し、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上で送信する。

【0098】

本発明のこの第 2 の実施形態によっても、デッドロック状態が有利に回避される。実際に、ロックアウトオブプロテクションコマンドがノード D において除去され、ノード D がロックアウトオブプロテクションシグナリングを長経路上でノード A から受信している間に範囲 A - D で障害を検出しているとき、ノード D は、標準 M R P S 保護スイッチングスキームおよび A P S 制御プロトコルによって規定されるように、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態に移る代わりに、ロックアウトオブプロテクション - ファーエンドスイッチング状態からシグナルフェイルスイッチング状態に移る。これは、ノード D が長経路上でノード A から受信しているロックアウトオブプロテクションシグナリングを無効にする保護スイッチングスキームをノード D において実施することを開始することを有利に可能にする。

【0099】

したがって、本発明の第 2 の実施形態によれば、ロックアウトオブプロテクションが適用され、次いで、障害を検出しているノードにおいて除去される状態で、ノードは、障害によって影響されるユーザトラフィックフローを回復するための保護スイッチングスキームを実施することをノードが開始することを可能にするシグナルフェイルスイッチング状態に入る。この特徴はまた、本明細書の以下に説明されるように、ロックアウトオブプロテクションコマンドと組み合わせた単方向障害がある場合に回復時間を削減することを可

10

20

30

40

50

能にする。

【0100】

最初に、ロックアウトオブプロテクションコマンドと組み合わせた単方向障害がある場合のネットワークRNのノードの「標準的な」振舞いは、MRPS保護スイッチングスキームおよびAPS制御プロトコルによって規定されるものとして説明される。

【0101】

最初に、ノードA、B、C、Dは全てアイドル状態にあり、現用経路WPは、ユーザトラフィックフローをネットワークRNの範囲A-D上で搬送している。次いで、ノードDでは、図2を参照して既に上記で説明されたように、ロックアウトオブプロテクションコマンドが範囲A-Dで適用される。ノードDは、ロックアウトオブプロテクションスイッチング状態に入り、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを発行し、それらを短経路および長経路上でノードAに送信する。ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを受信すると、ノードAは、ロックアウトオブプロテクション-ファーエンドスイッチング状態に入る。次いで、ノードAはまた、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを発行し、それらを長経路上でノードDに送信する。ノードBおよびCは、パススルー状態に入る。

10

【0102】

次いで、単方向障害が範囲A-D（例えば、ノードAからノードDへの方向）で発生する。このケースでは、ノードDおよびノードAは、それぞれの現在の状態に留まる。

【0103】

ロックアウトオブプロテクションコマンドを除去するさらなるコマンド（すなわち、既に上記説明されたクリアコマンド）がノードDで適用されると、ロックアウトオブプロテクションコードを搬送する要求パケットを長経路上で受信しており、また障害を範囲A-Dで検出しているノードDは、ロックアウトオブプロテクション-ファーエンドスイッチング状態に入る。ノードDは、ロックアウトオブプロテクションシグナリングを発行して長経路上で送信し、リバースリクエストシグナリングを発行し、短経路、すなわち、単方向障害によって影響されないリンク上で送信する。

20

【0104】

リバースリクエストシグナリングを短経路上で受信すると、ノードAは、アイドル状態に入り、ノーリクエストコードを搬送する要求パケットを発行して長経路上で送信する。

30

【0105】

ノードDが、ノーリクエストコードを搬送する要求パケットをノードAから受信し、かつ、なお単方向障害を検出しているとき、ノードDは、シグナルフェイルスイッチング状態に入り、シグナルフェイルコードを搬送する要求パケットを発行して短経路および長経路の両方で送信し、現用経路WPから保護経路PPへの単方向障害によって影響されるユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを実施することを開始する。シグナルフェイルコードを搬送する要求パケットを受信すると、ノードAはまた、現用経路WPから保護経路PPへの単方向障害によって影響されるユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを実施することを開始する。

40

【0106】

既に上述したように、回復時間、すなわち、ユーザトラフィックフローを回復するために必要な時間は、 $(N+1) \times T$ であり、Tは、要求パケットがノードにおいて発行され、そのノードから隣接ノードへ伝送される平均時間である。

【0107】

本発明の第2の実施形態の方法により、障害が単方向であるケースに適用されるとき、ロックアウトオブプロテクションコマンドがノードDにおいて除去されると、ノードDは、好ましくは、シグナルフェイルスイッチング状態に入る。よって、ノードDは、好ましくは、シグナルフェイルコードを搬送する要求パケットを発行して短経路および長経路の両方上でノードAに送信することを開始する。その間に、ノードDは、好ましくは、現用

50

経路WPから保護経路PPへの単方向障害によって影響されるユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを実施することを開始する。この時点で、ノードAは、シグナルフェイルコードを搬送する要求パケットを受信し、シグナルフェイルスイッチング状態に入る。次いで、ノードAは、シグナルフェイルコードを搬送する要求パケットを発行して長経路上で送信し、リバースリクエストコードを搬送する要求パケットを発行して短経路で送信する。その間に、ノードAはまた、現用経路WPから保護経路PPへの単方向障害によって影響されるユーザトラフィックフローをラッピングすることによって保護スイッチングスキームを実施することを開始する。

【0108】

単方向障害のケースで本発明の第2の実施形態の方法を実施することで、回復時間が約Tに等しくなり、上記説明された「標準的な」手順によりユーザトラフィックフローを保護するために必要な時間よりもはるかに高速になる。例えば、 $N = 16$ の場合、単方向障害が考えられるときに適用される第2の実施形態の方法による回復時間は、約3.3ミリ秒に等しく、標準的な手順による回復時間は、約56.1ミリ秒に等しい。 $N = 128$ の場合、第2の実施形態の方法による回復時間は、約3.3ミリ秒に等しく、標準的な手順による回復時間は、約425.7ミリ秒に等しい。単方向障害が発生するケースで適用される本発明の第2の実施形態による方法が、特に大規模ネットワークが考えられるときに回復時間を大いに削減することを可能にすることが明らかである。

10

【図1】

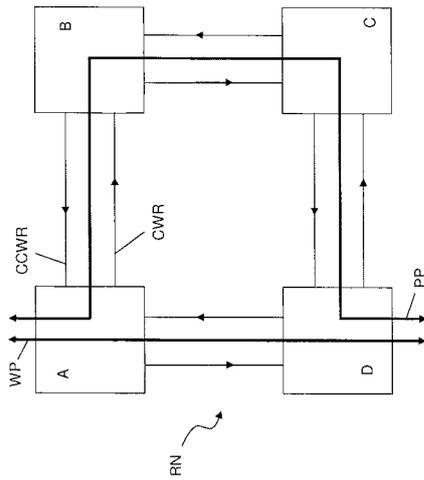


Fig.1

【図2】

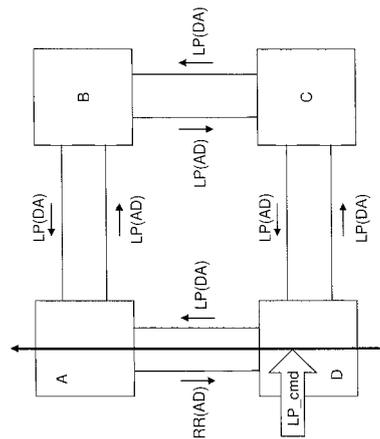


Fig.2

【 図 3 】

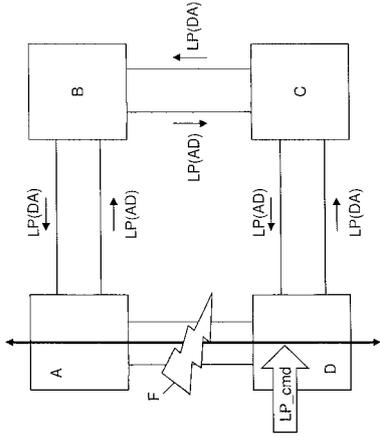


Fig. 3

【 図 4 】

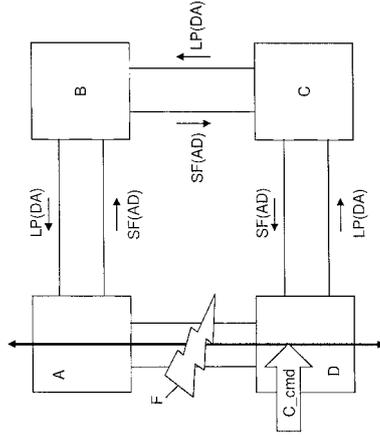


Fig. 4

【 図 5 】

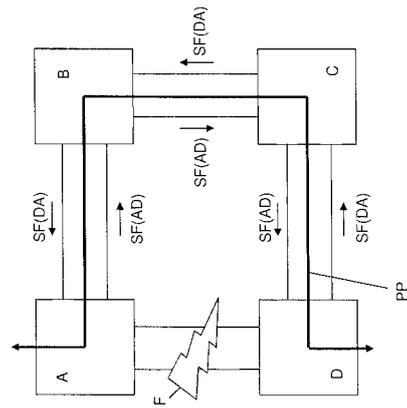


Fig. 5

【 図 6 】

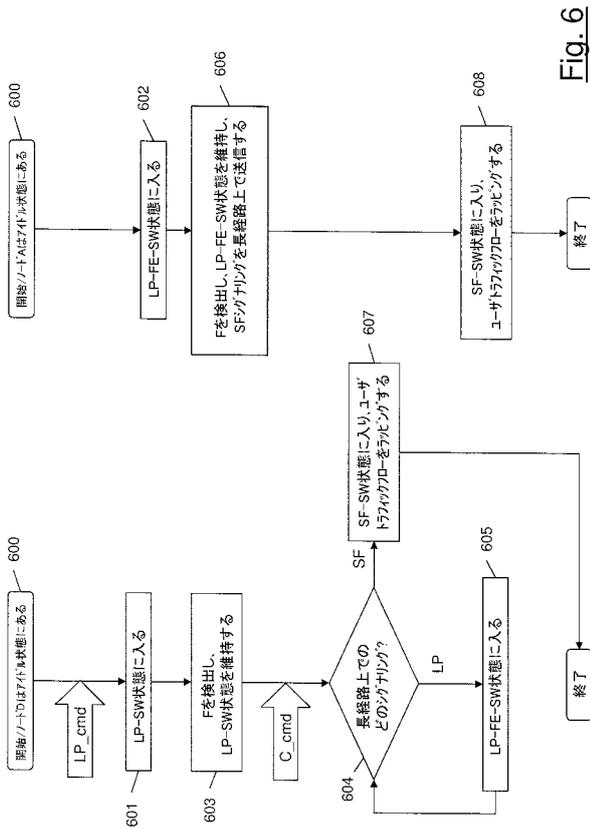


Fig. 6

【 図 7 】

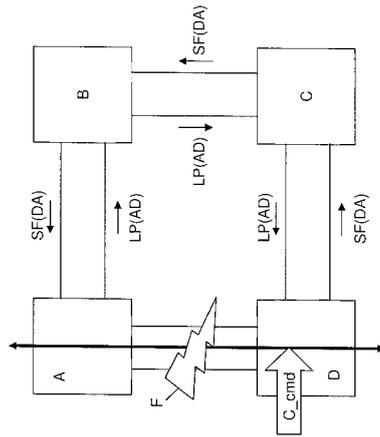


Fig. 7

【 図 8 】

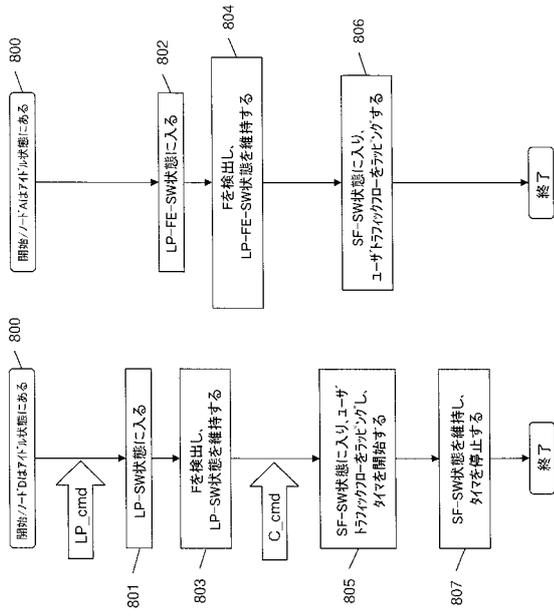


Fig. 8

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2015/064044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV.	H04L12/707	H04L12/24
		H04L12/437
		H04L12/703
ADD.		H04L12/723
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	VAN HELVOORT H ET AL: "MPLS-TP Ring Protection Switching (MRPS); draft-helvoort-mpls-tp-ring-protection-switching-06.txt", MPLS-TP RING PROTECTION SWITCHING (MRPS); DRAFT-HELVOORT-MPLS-TP-RING-PROTECTION-SWITCHING-06.TXT, INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF; STANDARDWORKINGDRAFT, INTERNET SOCIETY (ISOC) 4, RUE DES FALAISES CH- 1205 GENEVA, SWITZERLAND, 18 April 2014 (2014-04-18), pages 1-41, XP015098740, sections 4.1, 5.-5.3.4.2, 6.-6.2 ----- -/--	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
14 August 2015		21/08/2015
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Siebel, Christian

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/064044

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>JEONG-DONG RYOO ETRI REP OF KOREA: "Latest draft of G.8132 MPLS-TP shared protection ring;WD 03", ITU-T DRAFT ; STUDY PERIOD 2009-2012, INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, GENEVA ; CH, vol. 9/9, 6 September 2012 (2012-09-06), pages 1-19, XP017576731, Section 18-18.2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15
A	<p>BUSI I ET AL: "Operations, Administration, and Maintenance Framework for MPLS-Based Transport Networks; rfc6371.txt", OPERATIONS, ADMINISTRATION, AND MAINTENANCE FRAMEWORK FOR MPLS-BASED TRANSPORT NETWORKS; RFC6371.TXT, INTERNET ENGINEERING TASK FORCE, IETF; STANDARD, INTERNET SOCIETY (ISOC) 4, RUE DES FALAISES CH- 1205 GENEVA, SWITZERLAND, 21 September 2011 (2011-09-21), pages 1-62, XP015081297, section 5-6.5.1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-15

フロントページの続き

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

(72)発明者 ベルサーニ, ラウラ
イタリア国、モンツァ・エ・ブリアンツァ、20871・ビメルカーテ、ピア・エナジー・パーク
、14、アルカテル・ルーセント・イタリア・エッセ・ピ・ア

(72)発明者 ロッシ, アレッサンドラ
イタリア国、モンツァ・エ・ブリアンツァ、20871・ビメルカーテ、ピア・エナジー・パーク
、14、アルカテル・ルーセント・イタリア・エッセ・ピ・ア

(72)発明者 リウ, ダーリン
中華人民共和国、201206、シャンハイ、プードン・ジンチャオ、ニンチャオ・ロード・38
8、アルカテル・ルーセント・シャンハイ・ベル

Fターム(参考) 5K030 GA12 HA08 KA05 LB08 MD02