

(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2013-545321  
(P2013-545321A)

(43) 公表日 平成25年12月19日(2013.12.19)

(51) Int.Cl.  
H04L 12/717 (2013.01)

F I  
H04L 12/717

テーマコード(参考)  
5K030

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2013-516397 (P2013-516397)  
 (86) (22) 出願日 平成23年9月7日(2011.9.7)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年4月11日(2013.4.11)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2011/005012  
 (87) 国際公開番号 W02012/049807  
 (87) 国際公開日 平成24年4月19日(2012.4.19)  
 (31) 優先権主張番号 特願2010-232792 (P2010-232792)  
 (32) 優先日 平成22年10月15日(2010.10.15)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000004237  
 日本電気株式会社  
 東京都港区芝五丁目7番1号  
 (74) 代理人 100080816  
 弁理士 加藤 朝道  
 (72) 発明者 大和 純一  
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
 (72) 発明者 浜 崇之  
 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
 Fターム(参考) 5K030 GA12 HA08 HD03 JA11 KA05  
 LB07 MD02

最終頁に続く

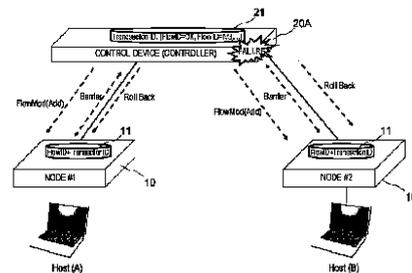
(54) 【発明の名称】 通信システム、制御装置、ノード、処理規則の設定方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】 ネットワークに配置されたノードによりパケットを転送して通信を実現する通信システムにおいて、各ノードに、一貫した処理規則を設定・保持させる。

【解決手段】 通信システムは、パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録する制御装置と、を含む。前記制御装置は、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせるとともに、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行う。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、

任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録する制御装置と、を含み、

前記制御装置は、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせるとともに、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行うこと、  
を特徴とする通信システム。

10

**【請求項 2】**

前記制御装置は、前記ノードに設定した処理規則に付与したフロー識別子と、前記互いに関連付けられた処理規則に共通して付与したトランザクション識別子とが、前記ノードからの応答に含まれているか否かにより、個々の処理規則が設定されているか否かと、前記互いに関連付けられた処理規則が設定されているか否かを判別する請求項1の通信システム。

**【請求項 3】**

前記制御装置が冗長化されており、

前記制御装置のうちスタンバイ系として待機している制御装置に、前記設定した処理規則をバックアップさせる請求項1または2の通信システム。

20

**【請求項 4】**

前記スタンバイ系として待機している制御装置は、アクティブ状態に切り替わった際に、前記バックアップした処理規則と前記ノードから受信した処理規則との設定状況に基づいて、前記ノードへの処理規則の設定継続またはロールバック動作を行う請求項3の通信システム。

**【請求項 5】**

前記制御装置は、任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を作成する経路制御装置と、

前記パケット転送経路上のノードのうち、自装置が属するクラスタに属するノードに対し、前記処理規則を設定する、複数の処理規則設定装置とを含んで構成されている請求項1から4いずれか一の通信システム。

30

**【請求項 6】**

前記ノードは、当該処理規則と互いに関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、更新前の処理規則とを対応付けて保持しており、

少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、前記処理規則設定装置は、他のクラスタに属する処理規則設定装置から、設定済みの処理規則を受信し、前記処理規則に含まれるトランザクション識別子に基づいて、前記ノードにロールバックを指示する請求項5の通信システム。

40

**【請求項 7】**

前記経路制御装置は、前記互いに関連付けられた処理規則の設定に成功した場合、前記各処理規則設定装置に対し、コミットを要求し、前記各処理規則設定装置からのコミット応答が揃わない場合、ロールバック動作を行う請求項5または6の通信システム。

**【請求項 8】**

パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、に接続され、

任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定すると

50

ともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録し、

さらに、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせ、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行うこと、

を特徴とする制御装置。

【請求項 9】

前記ノードに設定した処理規則に付与したフロー識別子と、前記互いに関連付けられた処理規則に共通して付与したトランザクション識別子とが、前記ノードからの応答に含まれているか否かにより、個々の処理規則が設定されているか否かと、前記互いに関連付けられた処理規則が設定されているか否かを判別する請求項 8 の制御装置。

10

【請求項 10】

スタンバイ系として待機している制御装置と接続され、前記スタンバイ系として待機している制御装置に、前記設定した処理規則をバックアップさせる請求項 8 または 9 の制御装置。

【請求項 11】

前記スタンバイ系として待機している制御装置は、アクティブ状態に切り替わった際に、前記バックアップした処理規則と前記ノードから受信した処理規則の設定状況に基づいて、前記ノードへの処理規則の設定継続またはロールバック動作を行う請求項 10 の制御装置。

【請求項 12】

任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を作成する経路制御装置と、

20

前記パケット転送経路上のノードのうち、自装置が属するクラスタに属するノードに対し、前記処理規則を設定する、複数の処理規則設定装置と、を含んで構成されている請求項 8 から 11 いずれか一の制御装置。

【請求項 13】

前記ノードは、当該処理規則と互いに関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、更新前の処理規則とを対応付けて保持しており、

少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、他のクラスタに属する処理規則設定装置から、設定済みの処理規則を受信し、前記処理規則に含まれるトランザクション識別子に基づいて、前記ノードにロールバックを指示する請求項 12 の制御装置。

30

【請求項 14】

前記互いに関連付けられた処理規則の設定に成功した場合、前記各処理規則設定装置に対し、コミットを要求し、前記各処理規則設定装置からのコミット応答が揃わない場合、ロールバック動作を行う請求項 12 または 13 の制御装置。

【請求項 15】

パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備え、

請求項 8 から 14 いずれか一の制御装置からの問い合わせに応じて、前記処理規則に付与されたフロー識別子と、前記処理規則と関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、を応答するノード。

40

【請求項 16】

さらに、当該処理規則と互いに関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、更新前の処理規則とを対応付けて保持しており、

トランザクション識別子に基づいたロールバック動作を行う請求項 15 のノード。

【請求項 17】

パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、接続された制御装置が、

50

前記ノードからの処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録するステップと、

前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせ、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行うステップと、を含むこと、

を特徴とする処理規則の設定方法。

#### 【請求項18】

パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、接続された制御装置を構成するコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記ノードからの処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録する処理と、

前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせ、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行う処理と、

を前記コンピュータに実行させるプログラム。

#### 【請求項19】

パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備えるノードを構成するコンピュータに実行させるプログラムであって、

請求項8から14いずれか一の制御装置からの問い合わせに応じて、前記処理規則に付与されたフロー識別子と、前記処理規則と関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、を応答する処理を実行させるプログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

(関連出願についての記載)

本発明は、日本国特許出願：特願2010-232792号(2010年10月15日出願)の優先権主張に基づくものであり、同出願の全記載内容は引用をもって本書に組み込み記載されているものとする。

本発明は、通信システム、制御装置、ノード、処理規則の設定方法およびプログラムに関し、特に、ネットワークに配置されたノードによりパケットを転送して通信を実現する通信システム、ノード、制御装置、通信方法およびプログラムに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

非特許文献1、2に示すとおり、近年、オープンフロー(OpenFlow)という技術が提案されている。オープンフローは、通信をエンドツーエンドのフローとして捉え、フロー単位で経路制御、障害回復、負荷分散、最適化を行うものである。転送ノードとして機能するオープンフロースイッチは、オープンフローコントローラとの通信用のセキュアチャネルを備え、オープンフローコントローラから適宜追加または書き換え指示されるフローテーブルに従って動作する。フローテーブルには、フロー毎に、パケットヘッダと照合する照合規則(マッチングルール)と、処理内容を定義したアクション(Action)と、フロー統計情報(Stats)との組が定義される(図38参照)。

#### 【0003】

図38に、非特許文献2に定義されているアクション名とアクションの内容を例示する。OUTPUTは、パケットを指定ポート(インタフェース)に出力するアクションである。SET\_VLAN\_IDからSET\_TP\_DSTは、パケットヘッダのフィールドを修正するアクションである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 4 】

例えば、オープンフロースイッチは、最初のパケット ( f i r s t p a c k e t ) を受信すると、フローテーブルから、受信パケットのヘッダ情報に適合する照合規則 ( F l o w K e y ) を持つエントリを検索する。検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つかった場合、オープンフロースイッチは、受信パケットに対して、当該エントリのアクションフィールドに記述された処理内容を実施する。一方、前記検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つからなかった場合、オープンフロースイッチは、セキュアチャネルを介して、オープンフローコントローラに対して受信パケットを転送し、受信パケットの送信元・送信先に基づいたパケットの経路の決定を依頼し、これを実現するフローエントリを受け取ってフローテーブルを更新する。

10

## 【 0 0 0 5 】

非特許文献 3 は、転送要素と、制御要素とを分離するプロトコル ( F o r C E S ) の仕様書である。同文献の 4 . 3 . 1 . 2 . 2 . T r a n s a c t i o n P r o t o c o l の項には、転送要素または転送要素間の複数のメッセージのトランザクション管理に、2 相コミットメント制御を用いることが記載されている。

## 【 先行技術文献 】

## 【 非特許文献 】

## 【 0 0 0 6 】

【 非特許文献 1 】 Nick McKeownほか 7 名、"OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks"、[ online ]、[ 平成22年9月21日検索 ]、インターネット URL : <http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>

20

【 非特許文献 2 】 "OpenFlow Switch Specification" Version 1.0.0. (Wire Protocol 0x01) [ 平成22年9月21日検索 ]、インターネット URL : <http://www.openflowswitch.org/documents/openflow-spec-v1.0.0.pdf>

【 非特許文献 3 】 "RFC5810 - Forwarding and Control Element Separation (ForCES) Protocol Specification"、[ 平成22年9月21日検索 ]、インターネット URL : <http://www.faqs.org/rfcs/rfc5810.html>

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 7 】

上記受信パケットの経路の決定依頼を受けたオープンフローコントローラ ( 以下、非特許文献 2、3 のオープンフローコントローラを含めて「制御装置」という。 ) が、受信パケットおよび同一フローに属する後続パケットを転送させるには、転送経路上にあるすべてのオープンフロースイッチ ( 以下、非特許文献 2、3 のオープンフロースイッチを含めて「ノード」という。 ) に、一貫したフローエントリ ( 以下、非特許文献 2、3 のオープンフロースイッチのフローテーブルに格納されるフローエントリを含めて「処理規則」という。 ) を設定する必要がある。また、転送経路上の一部のノードに適正な処理規則が設定できていない場合には、パケット廃棄だけでは無く、パケットがループ状に転送されてしまうような事態も発生しうるため、これを検出して早急に対処する必要がある。

30

## 【 0 0 0 8 】

さらに、処理規則の設定後、ノードの障害等によって処理規則の一部が消失してしまうことも考えられ、この場合も、フローエントリの一貫性が損なわれてしまう可能性がある。

40

## 【 0 0 0 9 】

しかしながら、非特許文献 2 のオープンフローの仕様は、上記適正な処理規則が設定されていないノードがあったとしても、当該ノードが後続パケットを受信したときに制御装置に対し処理規則の再設定を依頼することで一貫性を回復する構成となっており、処理規則の一貫性の欠落を早急に検出し、対策を講ずるような仕組みは備えられていない。

## 【 0 0 1 0 】

本発明は、上記した事情に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、ノ

50

ードに、一貫した処理規則を設定し保持させることのできる通信システム、制御装置、ノード、処理規則の設定方法およびプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1の視点によれば、パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録する制御装置と、を含み、前記制御装置は、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせるとともに、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行う通信システムが提供される。

10

【0012】

本発明の第2の視点によれば、パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、接続され、任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録し、さらに、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせ、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行う制御装置が提供される。

20

【0013】

本発明の第3の視点によれば、パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備え、請求項8から14いずれか一の制御装置からの問い合わせに応じて、前記処理規則に付与されたフロー識別子と、前記処理規則と関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、を応答するノードが提供される。

【0014】

30

本発明の第4の視点によれば、パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノードと、接続された制御装置が、前記ノードからの処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録するステップと、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況を問い合わせ、少なくとも1つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行うステップと、を含む処理規則の設定方法が提供される。本方法は、ノードおよびこれらノードを制御する制御装置という、特定の機械に結びつけられている。

40

【0015】

本発明の第5の視点によれば、上記した制御装置またはノードを構成するコンピュータに実行させるプログラムが提供される。なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記録することができる。即ち、本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、ノードに、一貫した処理規則を設定し保持させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

50

- 【図 1】本発明の概要を説明するための図である。
- 【図 2】本発明の第 1 の実施形態の構成を表わした図である。
- 【図 3】本発明の第 1 の実施形態のノードの構成を表わしたブロック図である。
- 【図 4】本発明の第 1 の実施形態のノードのフローテーブルとイベントバッファの関係を説明するための図である。
- 【図 5】本発明の第 1 の実施形態のノードのフローテーブルを説明するための図である。
- 【図 6】本発明の第 1 の実施形態の処理規則設定装置の構成を表わしたブロック図である。
- 【図 7】本発明の第 1 の実施形態の処理規則設定装置のフロー設定ログを説明するための図である。 10
- 【図 8】本発明の第 1 の実施形態の経路制御装置の構成を表わしたブロック図である。
- 【図 9】本発明の第 1 の実施形態の経路制御装置のトランザクションログを説明するための図である。
- 【図 10】本発明の第 1 の実施形態の動作例を説明するための図である。
- 【図 11】図 10 の続図である。
- 【図 12】図 11 の続図である。
- 【図 13】図 12 の続図である。
- 【図 14】本発明の第 2 の実施形態の構成を表わした図である。
- 【図 15】本発明の第 2 の実施形態のノードの構成を表わしたブロック図である。
- 【図 16】本発明の第 2 の実施形態の動作例を説明するための図である。 20
- 【図 17】図 13 の続図である。
- 【図 18】本発明の第 3 の実施形態の動作（正常更新）を表したシーケンス図である。
- 【図 19】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 20】本発明の第 3 の実施形態の動作（トランザクション終了後の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 21】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常とトランザクション終了後の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 22】本発明の第 3 の実施形態の動作（コミット応答受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。 30
- 【図 23】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常とコミット応答受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 24】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常とロールバック完了通知受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 25】本発明の第 3 の実施形態の動作（コミット要求送信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 26】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常とロールバック指示送信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 27】本発明の第 3 の実施形態の動作（処理規則設定応答受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。 40
- 【図 28】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常と処理規則設定応答受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 29】本発明の第 3 の実施形態の動作（処理規則設定結果受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 30】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常と処理規則設定結果受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 31】本発明の第 3 の実施形態の動作（処理規則設定前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。
- 【図 32】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常と処理規則設定前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。 50

【図 3 3】本発明の第 3 の実施形態の動作（処理規則記録完了通知受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。

【図 3 4】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常と処理規則記録完了通知受信前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。

【図 3 5】本発明の第 3 の実施形態の動作（処理規則記録要求前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。

【図 3 6】本発明の第 3 の実施形態の動作（ノードの更新異常と処理規則記録要求前の処理規則設定装置異常）を表したシーケンス図である。

【図 3 7】本発明の第 4 の実施形態の動作（正常更新）を表したシーケンス図である。

【図 3 8】非特許文献 2 記載のフローエントリの構成を表した図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

はじめに、本発明の概要について説明する。本発明は、図 1 に示すように、パケットに適用する処理と前記処理を適用するパケットを特定するための照合規則とを対応付けた処理規則に従って受信パケットを処理するパケット処理部を備える複数のノード 10 と、任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を設定するとともに、前記各処理規則を互いに関連付けて記録する（処理規則設定ログ 21 参照）制御装置 20 と、により実現できる。前記制御装置は、前記パケット転送経路上のノードに対し、前記処理規則の設定状況（設定済み処理規則 11 参照）を問い合わせるとともに、少なくとも 1 つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、その他のノードに設定した関連する処理規則のロールバック動作を行う。なお、この概要に付記した図面参照符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、本発明を図示の態様に限定することを意図するものではない。

【0019】

例えば、制御装置 20 が図 1 のホスト（A）、ホスト（B）間の通信経路として、図 1 の 2 つのノード # 1、ノード # 2 を経由するパケット転送経路を計算したものとす。この場合、制御装置 20 は、ノード # 1 にホスト（A）から受信したパケットをノード # 2 が接続されたポートから出力する処理規則と、ノード # 2 にノード # 1 から受信したパケットをホスト（B）が接続されたポートから出力する処理規則と、を設定する（Flow Mod（Add））。また、制御装置 20 は、前記設定した各処理規則の設定履歴（ログ）を記録する。

【0020】

前記処理規則の設定後、制御装置 20 は、ノード # 1、ノード # 2 に、前記処理規則の設定状況を問い合わせる。なお、前記問い合わせの方法としては、非特許文献 2 に規定されている Barrier メッセージ（Request / Reply）や統計情報要求メッセージ（Stats Request / Reply）を用いることができる。

【0021】

前記問い合わせの結果、1 つのノードに設定した処理規則に異常が認められた場合（例えば、図 1 のノード # 2）、制御装置 20 は、処理規則設定ログ 21 を参照して、その他のノードに設定した処理規則のロールバック動作を行う（Roll Back）。具体的には、制御装置 20 は、図 1 のノード # 2 において設定失敗に終わった処理規則と同一のフロー（即ち、後記するトランザクション ID が同一である。）に属する処理規則が設定されているノード # 1 の処理規則を削除ないし更新（元に戻す）する動作を行う。

【0022】

例えば、ホスト（A）から送信されたパケットがノード # 1 を経由してノード # 2 に転送された場合、ノード # 2 に、該当パケットと適合する照合規則を持つ処理規則が設定されていない場合には、制御装置 20 に対する処理規則の設定要求が行われるが、ノード # 2 に、別のフローに属するが該当パケットにも適合する照合規則がある場合、当該処理規則に従った処理が行われ、例えば、図示しない他のノードへの転送やヘッダ書き換えが行

10

20

30

40

50

われてしまう。

【0023】

本発明によれば、上記のとおり設定履歴を用いたロールバック動作が行われるため、上記のような意図しないパケット処理が行われることを防ぐことが可能になる。

【0024】

なお、図1の例では、制御装置20が設定履歴を記録するものとしているが、制御装置20が別のジャーナルサーバやバックアップ系の制御装置に設定履歴を記録するものとすることもできる。以下の実施形態では、通信システム全体の可用性を高めるために、制御装置20の機能を分散、クラスタ化するとともに、それぞれのクラスタを冗長構成とした例を挙げて説明する。

【0025】

[第1の実施形態]

続いて、本発明の第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図2は、本発明の第1の実施形態の構成を表わした図である。図2を参照すると、複数のノード10と、第1クラスタまたは第2クラスタに属し、それぞれ現用系と予備系を構成する処理規則設定装置20a~20dと、経路制御装置30と、システム管理装置40とが示されている。なお、図2において一点鎖線で囲んだ要素(符号20)が、上述した制御装置20Aに相当する。

【0026】

第1クラスタ処理規則設定装置20a、20b(第2クラスタ処理規則設定装置20c、20d)は、配下のノード10に処理規則を設定する装置である。図2の例では、第1クラスタ処理規則設定装置20aがアクティブ状態で動作し、第1クラスタ処理規則設定装置20bはスタンバイ状態にあるものとする。同様に、第2クラスタにおいては、第2クラスタ処理規則設定装置20cがアクティブ状態で動作し、第2クラスタ処理規則設定装置20dはスタンバイ状態にあるものとする。

【0027】

経路制御装置30は、処理規則設定装置20a~20dのうち、アクティブ状態にある処理規則設定装置(ここでは、第1クラスタ処理規則設定装置20a、第2クラスタ処理規則設定装置20c)から転送された処理規則作成依頼に基づいて、パケット転送経路の計算と、対応する処理規則を作成し、各アクティブ状態にある処理規則設定装置に対し、前記作成した処理規則の設定を指示する。また、経路制御装置30は、上記した各アクティブ状態にある処理規則設定装置に対し、処理規則が正しく設定されたか否かを問い合わせ、自装置内に保持するトランザクションログにその結果を記録し、必要ならロールバック動作を行う。

【0028】

システム管理装置40は、処理規則設定装置20a~20dの動作状態を確認し、その結果に基づいて、現用系と予備系の切替動作を行う装置である。

【0029】

続いて、上記した通信システムを構成する各装置について図面を参照して詳細に説明する。

【0030】

[ノード]

図3は、本発明の第1の実施形態のノードの構成を表わしたブロック図である。図3を参照すると、フローテーブル設定部12と、イベントバッファ13と、ジャーナル送信部14と、フローテーブル15と、パケット処理部16と、パケット送信部17と、パケット受信部18とを備えた構成が示されている。

【0031】

フローテーブル設定部12は、処理規則設定装置20a~20dからの指示に従いフローテーブル15に処理規則を設定(追加)またはフローテーブルに登録されている処理規則の変更(書換)や削除を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

イベントバッファ 1 3 は、図 4 に示すように、フローテーブル設定部 1 2 が変更等を行ったエントリのフローテーブル内の位置を示すポインタを F I F O ( F i r s t I n F i r s t O u t ) 方式で格納するバッファである。なお、図 4 の例では、フローテーブル内の位置を示すポインタを格納するものとしているが、例えば、フローエントリの内容そのものをバッファするような構成も採用可能である。

## 【 0 0 3 3 】

ジャーナル送信部 1 4 は、処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d からの処理規則の設定状況に関する問い合わせに対して、イベントバッファ 1 3 が示す位置の処理規則を読み出して、当該処理規則のフロー ID とトランザクション ID を含むジャーナルデータを送信する。なお、処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d からの前記問い合わせが B a r r i e r メッセージ ( B a r r i e r R e q u e s t ) を用いる場合、応答として非特許文献 2 の B a r r i e r メッセージ ( B a r r i e r R e p l y ) を用いることができる。ここで、B a r r i e r メッセージとは、当該ノードが B a r r i e r メッセージ ( B a r r i e r R e q u e s t ) を受信する前に実行した処理内容を応答させるメッセージである。その他、処理規則に関する統計情報 ( S t a t s ) を問い合わせる S t a t s R e q u e s t / R e p l y を用いて、各ノードにエントリが正しく設定されているどうかを確かめてもよい。

## 【 0 0 3 4 】

フローテーブル 1 5 は、図 5 に示すように、照合規則 ( R u l e ) と、当該照合規則に適合するパケットに対して行う処理内容 ( A c t i o n s ) と、統計情報 ( S t a t s ) と、当該ノード内で処理規則を一意に特定するための識別子であるフロー ID ( F l o w I D ; 非特許文献 2 の「 f l o w c o o k i e 」に相当。) と、同一のフローに属する処理規則に対し、処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d 間で一意となるように設定された識別子であるトランザクション ID ( T r a n s a c t i o n I D 、非特許文献 2 の「 x i d 」に相当。) と、を一エントリとしたテーブルである。図 3 8 に示した非特許文献 2 のオープンフロースイッチに保持されるフローエントリに、フロー ID とトランザクション ID を追加した構成となっている。上記のように、フロー ID とトランザクション ID が含まれたフローエントリを返すことによって、処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d が自身が設置した処理規則が正しく設定されているか否か、トランザクション ID を共通にする一連の処理規則がそれぞれ正しく設定されたか否かを判別することができる。

## 【 0 0 3 5 】

パケット処理部 1 6 は、フローテーブル 1 5 から、パケット受信部 1 8 で受信されたパケットに適合する照合規則を持つ処理規則を検索し、当該処理規則に記述された処理内容 ( A c t i o n s ) を実行する。また、フローテーブル 1 5 に、パケット受信部 1 8 で受信されたパケットに適合する照合規則が見つからない場合、当該パケット ( 未知パケット ) を処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d 側に送信し、処理規則の設定を依頼する。

## 【 0 0 3 6 】

また、前記処理規則に記述された処理内容 ( A c t i o n s ) がパケット転送 ( O u t p u t ) であった場合、パケット送信部 1 7 が、前記処理内容 ( A c t i o n s ) にて指定されたポートから次ホップへパケットを出力する。

## 【 0 0 3 7 】

なお、上記のようなノード 1 0 は、非特許文献 2 のオープンフロースイッチをベースに、イベントバッファ 1 3 およびジャーナル送信部 1 4 を追加した構成にて実現することも可能である。

## 【 0 0 3 8 】

[ 処理規則設定装置 ]

図 6 は、処理規則設定装置 2 0 a の構成を表わしたブロック図である。図 6 を参照すると、要求受諾部 2 2 と、クラスタ管理部 2 3 と、処理規則設定部 2 4 と、ジャーナル確認部 2 5 と、ジャーナル取得部 2 6 と、処理規則設定ログ記憶部 2 7 と、を備えた構成が示

10

20

30

40

50

されている。なお、処理規則設定装置 20b ~ 20d も同等の構成であるので、説明は省略する。

【0039】

要求受諾部 22 は、経路制御装置 30 やシステム管理装置 40 からの各種要求を受け取り、当該要求内容に応じ、他の処理部に転送する。

【0040】

クラスタ管理部 23 は、同一クラスタに属する処理規則設定装置との状態同期のための通信を行う。具体的には、処理規則設定装置 20a が、アクティブ系で動作している場合、処理規則設定部 24 からノード 10 に設定を要求した処理規則を、スタンバイ系の処理規則設定装置（例えば、処理規則設定装置 20b）に送信し、記録（バックアップ）させる処理が行われる。また、処理規則設定装置 20a が、スタンバイ系で動作している場合、アクティブ系の処理規則設定装置（例えば、処理規則設定装置 20b）から受信した処理規則を処理規則設定ログ記憶部 27 に記録する処理を行う。

10

【0041】

処理規則設定部 24 は、経路制御装置 30 から受信した処理規則の設定要求やロールバック指示を、該当するノード 10 に転送するとともに、その内容を処理規則設定ログ記憶部 27 に登録する。

【0042】

ジャーナル取得部 26 は、ノード 10 に対し、処理規則の設定状況を問い合わせ、ノード 10 のイベントバッファ 13 のポインタが示す位置の処理規則に含まれるフロー ID とトランザクション ID を含むジャーナルデータを取得する。

20

【0043】

ジャーナル確認部 25 は、ジャーナル取得部 26 にて取得されたフロー ID とトランザクション ID を含むジャーナルデータと、処理規則設定ログ記憶部 27 に記憶された処理規則の設定履歴とを照合し、処理規則設定部 24 より設定した処理規則がノード 10 に正しく設定されている否かを確認する。また、ジャーナル確認部 25 は、経路制御装置 30 に対し、前記確認の結果を送信する。

【0044】

処理規則設定装置 20a が、アクティブ系で動作している場合、処理規則設定ログ記憶部 27 には、処理規則設定部 24 より設定された処理規則が順次登録される。また、処理規則設定装置 20a が、スタンバイ系で動作している場合、クラスタ管理部 23 経由で受信した他の処理規則設定装置 20b から受信した処理規則が登録される。即ち、アクティブ系の処理規則設定装置 20a とスタンバイ系の処理規則設定装置 20b の各処理規則設定ログ記憶部 27 の内容は、同期した状態、かつ、各ノードのフローテーブル 15 に登録された内容を集約した状態に保持される。

30

【0045】

図 7 は、処理規則設定ログ記憶部 27 に記録される処理規則設定ログの例である。図 7 の例では、処理規則の設定対象のノード（ノード ID）と、フロー ID と、処理規則と、ロールバックを行ったか否かを示す状態フラグ（Status）とが保持される。

【0046】

40

[経路制御装置]

図 8 は、経路制御装置 30 の構成を表わしたブロック図である。図 8 を参照すると、主処理部 31 と、処理規則設定部 32 と、トランザクション確認部 33 と、トランザクションログ記憶部 34 と、を備えた構成が示されている。

【0047】

主処理部 31 は、ネットワークポロジを参照して、処理規則の設定要求から受信したパケットを転送するパケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路上のノードに設定すべき処理規則を作成する。

【0048】

処理規則設定部 32 は、前記パケット転送経路上のノードに対応する処理規則設定装置

50

に、主処理部 3 1 が作成した処理規則の設定を依頼する。

【 0 0 4 9 】

トランザクション確認部 3 3 は、各処理規則設定装置から、各処理規則設定装置が設定した処理規則がノード 1 0 に正しく設定されている否かの確認結果に基づいて、トランザクションログを更新する。前記更新の結果、あるトランザクション ID を持つ処理規則の設定異常が確認された場合、トランザクション確認部 3 3 は、主処理部 3 1 を介して、当該トランザクション ID を持つ処理規則が設定されたノードを管轄する処理規則設定装置にロールバックを指示する。

【 0 0 5 0 】

なお、図 6、8 に示した処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d および経路制御装置 3 0 の各部（処理手段）は、これらの装置を構成するコンピュータに、そのハードウェアを用いて、上記した各処理を実行させるコンピュータプログラムにより実現することもできる。また、図 6、8 に示した構成は、両者の機能分散の一例であり、処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d および経路制御装置 3 0 の各部（処理手段）を統合したり、一方の処理手段を他方に具備させることも可能である。

【 0 0 5 1 】

図 9 は、トランザクションログの構成例であり、図 9 の例では、トランザクション ID と、当該トランザクション ID の状態（ S t a t u s ）を記録する構成となっている。トランザクション ID の状態（ S t a t u s ）フィールドには、例えば、処理規則の設定を要求した段階であれば、「 s e n d r e q u e s t 」との S t a t u s 情報が、各ノードから受信した処理規則の設定結果に応じて（ s u c c e s s / f a i l ）といった情報が書き込まれる。

【 0 0 5 2 】

続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図 1 0 ~ 図 1 3 は、本発明の第 1 の実施形態の動作例を説明するための図である。以下の説明では、あるホストからあるホストへのパケットが経路制御装置 3 0 に入力され、経路制御装置 3 0 が適当なパケット転送経路を計算し、このパケット転送経路を実現する処理規則の作成が済んでいるものとして説明する。

【 0 0 5 3 】

まず、図 1 0 を参照すると、経路制御装置 3 0 が、アクティブ状態で動作する処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c に対し、処理規則の設定を要求する（図 1 0 の（ 1 ））。

【 0 0 5 4 】

前記処理規則の設定要求を受けたアクティブ状態で動作する処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c は、それぞれ、スタンバイ系で待機する処理規則設定装置 2 0 b、2 0 d に処理規則の記録を要求する（図 1 0 の（ 2 ））。

【 0 0 5 5 】

スタンバイ系で待機する処理規則設定装置 2 0 b、2 0 d から、処理規則の記録完了通知を受け取ると（図 1 0 の（ 3 ））、処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c は、それぞれ指定されたノード 1 0 に処理規則を設定する（図 1 0 の（ 4 ））。ここでは、ノード 1 0 のフローテーブル 1 5 に、新しい処理規則が追加登録されたものとする。

【 0 0 5 6 】

処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c からの処理規則の設定状況の問い合わせに応じて、前記処理規則の設定を受けたノード 1 0 が、処理規則の設定状況としてフロー ID と、トランザクション ID とを応答する（図 1 0 の（ 5 ））。

【 0 0 5 7 】

ここで、処理規則設定装置 2 0 a に障害が発生し、システム管理装置 4 0 がこれを検知したものとする。この場合、処理規則設定装置 2 0 c からは、正常なフロー ID と、トランザクション ID とが返されるが、処理規則設定装置 2 0 a からは、応答はなされない（図 1 1 の（ 7 ）、（ 7 ' ））。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

経路制御装置 30 は、処理規則設定装置 20 a からの応答がない（タイムアウト成立）ことから、該当トランザクション ID を持つ一連の処理規則の設定に失敗したと判定し、処理規則設定装置 20 c に対して、トランザクション ID を指定してロールバックを指示する（図 11 の（8））。

【0059】

前記処理規則のロールバックの指示を受けた処理規則設定装置 20 c は、スタンバイ系で待機する処理規則設定装置 20 d にロールバック内容の記録を要求する（図 11 の（9））。

【0060】

スタンバイ系で待機する処理規則設定装置 20 d から、ロールバック内容の記録完了通知を受け取ると（図 11 の（10））、処理規則設定装置 20 c は、指定されたトランザクション ID が設定されたノード 10 にロールバックを指示する（図 11 の（11））。ここでは、ノード 10 のフローテーブル 15 から、該当するトランザクション ID を持つ処理規則を削除する処理が行われる。なお、図 10 の（4）で処理規則の書換えが行われている場合には、処理規則設定装置 20 c は、処理規則設定ログを参照し、該当するトランザクション ID を持つ処理規則を書き戻す処理を実行させる。

10

【0061】

処理規則設定装置 20 c からのロールバックの処理状況の問い合わせに応じて、前記ロールバックの指示を受けたノード 10 が、ロールバック完了通知としてフロー ID と、トランザクション ID とを応答する（図 11 の（12））。

20

【0062】

処理規則設定装置 20 c は、ロールバック完了通知にて、ロールバックが正しく行われたことを確認すると、経路制御装置 30 に対して、ロールバックの完了通知を送信する（図 11 の（13））。

【0063】

この時点で、第 2 クラスタ側の、一貫性が保証されていない処理規則が削除されたことになる。

【0064】

その後、システム管理装置 40 が、処理規則設定装置 20 a に代わり、処理規則設定装置 20 b をアクティブ化すると（図 12 の（14））、処理規則設定装置 20 b は、処理規則の設定状況の問い合わせに対し応答の無かったノード 10 に対し、フロー ID と、トランザクション ID とを含むジャーナルデータの送信を要求する（図 12 の（15））。

30

【0065】

ジャーナルデータの送信要求を受けたノード 10 が、フローテーブルの設定状況としてフロー ID と、トランザクション ID とを含むジャーナルデータを応答すると（図 12 の（16））、処理規則設定装置 20 b は、図 10 の（2）で記録していた処理規則設定ログ 27 と照合する。ここでは、図 10 の（4）で正しく処理規則が設定されていたため、処理規則設定装置 20 b は、経路制御装置 30 に対し、トランザクション全体の観点でロールバックすべきか否かの確認を要求する（図 12 の（17））。

40

【0066】

前記ロールバックすべきか否かの確認要求を受けた経路制御装置 30 は、トランザクションログ 34 を参照し、トランザクション全体の観点でロールバックすべきか否かを確認する。ここでは、図 11 の（8）、（11）で説明したように、すでに処理規則設定装置 20 c に対して、ロールバックを指示しているため、経路制御装置 30 は、処理規則設定装置 20 b にロールバックを指示する（図 13 の（18））。

【0067】

前記ロールバックの指示を受けた処理規則設定装置 20 b は、指定されたノード 10 にロールバックを指示する（図 13 の（19））。ここでは、ノード 10 のフローテーブル 15 から、図 10 の（4）で登録した処理規則を削除する処理が行われる。

【0068】

50

処理規則設定装置 20b からのロールバックの処理状況の問い合わせに応じて、前記ロールバックの指示を受けたノード 10 が、ロールバック完了通知としてフロー ID と、トランザクション ID とを応答する (図 13 の (20))。

【0069】

処理規則設定装置 20b は、ロールバック完了通知にて、ロールバックが正しく行われたことを確認すると、経路制御装置 30 に対して、ロールバックの完了通知を送信する (図 13 の (21))。

【0070】

上記一連の処理が完了した段階で、処理規則設定装置 20b は、システム管理装置 40 に対し、アクティブ化完了を通知する (図 13 の (22))。

【0071】

以上の段階で、第 1 クラスタ側の、一貫性が保証されていない処理規則も削除されたことになる。経路制御装置 30 は、必要に応じて、処理規則設定装置 20b、20c に対し、再度、処理規則設定要求を行うことで、意図したノードに意図した処理規則を設定することができる。

【0072】

また、本実施形態の構成は、上記処理規則の設定の一貫性を確保するだけでなく、制御装置が、処理規則設定装置と、経路制御装置とに機能分散され、かつ、個々の処理規則設定装置がクラスタ化、冗長化されている。このため、個々の処理規則設定装置の負荷が分散されている。さらに、ある処理規則設定装置に障害が生じて、スタンバイ系に切り替えてサービスを継続できるため、高度の可用性が実現されているものである。

【0073】

[第 2 の実施形態]

上記した第 1 の実施形態では、処理規則設定装置側の処理規則設定ログ 27 を参照してロールバックを行うものとして説明したが、ノード 10 に処理規則設定ログを持たせることにより、ノード側でロールバックを行う構成も実現できる。

【0074】

以下、ノード側でロールバックを行うようにした本発明の第 2 の実施形態について説明する。また、以下の説明においては、第 1 の実施形態と共通する事項は説明を省略し、その相違点を中心に説明を加える。

【0075】

図 14 は、本発明の第 2 の実施形態の構成を表わした図である。第 1 の実施形態との相違点は、異なるクラスタに属する処理規則設定装置が相互に接続され、それぞれ処理規則の設定ログを取得できるようになっている点である。なお、図 14 において一点鎖線で囲んだ要素 (符号 20B) が、上述した制御装置 20A に相当する。

【0076】

図 15 は、本発明の第 2 の実施形態のノードの構成を表わしたブロック図である。図 3 に表わした第 1 の実施形態のノード 10 との相違点は、イベントバッファ 13A にフローテーブルのポインタではなく、ポインタとともに書換え前の処理規則がバッファされている点である。

【0077】

続いて、本実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。図 16 ~ 図 17 は、本発明の第 2 の実施形態の動作例を説明するための図である。処理規則設定要求に対し、第 1 クラスタの処理規則設定装置 20a からの処理規則設定応答が無く、システム管理装置 40 が処理規則設定装置 20b をアクティブ化するまでの動作は、第 1 の実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0078】

図 16 の (14) でアクティブ化された処理規則設定装置 20b は、処理規則の設定状況の問い合わせに対し応答の無かったノード 10A に対し、ジャーナルデータの送信を要求する (図 16 の (15))。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 9 】

ジャーナルデータの送信要求を受けたノード 1 0 A が、フロー ID と、トランザクション ID とを含むジャーナルデータを応答すると ( 図 1 6 の ( 1 6 ) )、処理規則設定装置 2 0 b は、図 1 0 の ( 2 ) で記録していた処理規則設定ログ 2 7 と照合する。ここでは、図 1 0 の ( 4 ) で処理規則が正しく設定されていたため、処理規則設定装置 2 0 b は、第 2 クラスターの処理規則設定装置 2 0 c に対し、処理規則設定装置 2 0 c の処理規則設定ログ 2 7 の送信を要求する ( 図 1 6 の ( 1 7 A ) )。

## 【 0 0 8 0 】

処理規則設定装置 2 0 c から処理規則設定ログ 2 7 を受信すると ( 図 1 7 の ( 1 8 A ) )、処理規則設定装置 2 0 b は、処理規則設定装置 2 0 c の処理規則設定ログ 2 7 と、図 1 6 の ( 1 6 ) で受信したノード 1 0 A のジャーナルデータとを照合する。

10

## 【 0 0 8 1 】

ここでは、図 1 1 の ( 8 )、( 1 1 ) で説明したように、すでに処理規則設定装置 2 0 c に対して、ロールバックを指示しているため、処理規則設定装置 2 0 c の処理規則設定ログ 2 7 よりも、図 1 6 の ( 1 6 ) で受信したノード 1 0 A のジャーナルデータの方が進んだ状態となっている。そこで、処理規則設定装置 2 0 b は、ノード 1 0 A に、トランザクション ID を指定してロールバックを指示する ( 図 1 7 の ( 1 9 A ) )。

## 【 0 0 8 2 】

ノード 1 0 A は、前記処理規則設定ログを用いてロールバックを実施し、処理規則設定装置 2 0 b からのロールバックの処理状況の問い合わせに応じて、ロールバック完了通知としてフロー ID と、トランザクション ID とを応答する ( 図 1 7 の ( 2 0 A ) )。

20

## 【 0 0 8 3 】

処理規則設定装置 2 0 b は、ロールバック完了通知にて、ロールバックが正しく行われたことを確認すると、システム管理装置 4 0 に対して、アクティブ化の完了通知を送信する ( 図 1 7 の ( 2 1 A ) )。

## 【 0 0 8 4 】

以上の段階で、本実施形態においても、第 1 クラスター側の、一貫性が保証されていない処理規則の削除が完了したことになる。経路制御装置 3 0 は、必要に応じて、処理規則設定装置 2 0 b、2 0 c に対し、再度、処理規則設定要求を行うことで、意図したノードに意図した処理規則を設定することができる。

30

## 【 0 0 8 5 】

以上のように、本実施ノード 1 0 A に処理規則設定ログを持たせることにより、ノード側で、過去の処理規則の設定内容を保持しておく構成でも、適切な内容のロールバックを行うことが可能である。

## 【 0 0 8 6 】

## [ 第 3 の実施形態 ]

続いて、上記経路制御装置 3 0 と、処理規則設定装置 2 0 a ~ 2 0 d 間で、コミット要求 / コミット応答を行うようにした第 3 の実施形態について説明する。本発明の第 3 の実施形態は、上記第 1、2 の実施形態と同等の構成にて実現可能であるので、以下、図 1 8 ~ 図 3 6 のシーケンス図を用いて、その動作を詳細に説明する。

40

## 【 0 0 8 7 】

## ( 1 . 正常終了 )

はじめに、図 1 8 を参照して、第 1 クラスターと第 2 クラスターのノード 1 0 に正常に処理規則が設定された場合の一連の流れについて説明する。

## 【 0 0 8 8 】

ノード 1 0 から未知のパケットが転送されると ( 図 1 8 のステップ S 0 0 0 )、経路制御装置 3 0 は、当該パケットの転送経路を計算し、当該パケット転送経路を実現する処理規則を作成する。経路制御装置 3 0 は、アクティブ系 ( A C T ) として動作している処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c に作成した処理規則の設定を要求する ( 図 1 8 のステップ S 0 0 1 )。

50

## 【 0 0 8 9 】

処理規則の設定要求を受けた処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c は、それぞれのスタンバイ系 ( S B Y ) の処理規則設定装置 2 0 b、2 0 d に対し、処理規則の記録を要求する ( 図 1 8 のステップ S 0 0 2 ) 。

## 【 0 0 9 0 】

処理規則設定装置 2 0 b、2 0 d から、それぞれ処理規則の記録完了通知を受け取ると ( 図 1 8 のステップ S 0 0 3 )、処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c は、それぞれ経路制御装置 3 0 から指示されたノードに、処理規則を設定する ( 図 1 8 のステップ S 0 0 4 ) 。

## 【 0 0 9 1 】

処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c は、それぞれ経路制御装置 3 0 から指示されたノードに対し、処理規則の設定状況を問い合わせ、その結果を受信する ( 図 1 8 のステップ S 0 0 5 ) 。

## 【 0 0 9 2 】

次に、処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c は、経路制御装置 3 0 に対して、処理規則の設定状況を送信する ( 図 1 8 のステップ S 0 0 6 )。ここでは各ノードに正常に処理規則が設定されているので、経路制御装置 3 0 は、処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c に対し、コミットを要求する ( 図 1 8 のステップ S 0 0 7 ) 。

## 【 0 0 9 3 】

処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c からコミット O K を受信すると、経路制御装置 3 0 は、一連の処理規則の設定が正しく行われたものとしてトランザクションを終了する。

## 【 0 0 9 4 】

( 2 . ノード異常によるロールバック動作 )

続いて、図 1 9 を参照して、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があった場合のロールバック動作について説明する。図 1 9 のステップ S 0 0 0 ~ S 0 0 6 までの動作は上記図 1 8 のステップ S 0 0 0 ~ S 0 0 6 の動作と同様であるので、説明を省略する。

## 【 0 0 9 5 】

図 1 9 の例では、ステップ S 1 0 5 において、第 2 クラスターのノード 1 0 から応答された処理規則設定状況が、処理規則設定装置 2 0 c 側で把握している処理規則設定状況と一致していないものとなっている ( 以下、図 1 9 を含む各図では、このようなケースを処理規則設定状況 ( N G ) と表わしている。 ) 。

## 【 0 0 9 6 】

処理規則設定状況を受けとった処理規則設定装置 2 0 c は、経路制御装置 3 0 に対し、処理規則設定状況として、第 2 クラスターのノード 1 0 から受け取ったフロー ID と、トランザクション ID とを送信する ( 図 1 9 の S 1 0 6 ) 。

## 【 0 0 9 7 】

経路制御装置 3 0 は、処理規則設定装置 2 0 a からは、正しいフロー ID と、トランザクション ID と受信するが ( 図 1 9 の S 0 0 5 )、処理規則設定装置 2 0 c からは、間違ったフロー ID と、トランザクション ID と受信するため ( 図 1 9 の S 1 0 6 )、該当トランザクション ID を持つ一連の処理規則の設定に失敗したと判定し、処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c に対して、トランザクション ID を指定してロールバックを指示する ( 図 1 0 9 の S 1 0 7 ) 。

## 【 0 0 9 8 】

その後は、処理規則の設定時と同様に、スタンバイ系の処理規則設定装置 2 0 b、2 0 d への記録・完了 ( 図 1 9 の S 1 0 8、S 1 0 9 ) の後、各ノード 1 0 へのロールバックの指示が行われる ( 図 1 9 の S 1 1 0 )。最終的に、処理規則設定装置 2 0 a、2 0 c からロールバックの完了通知を受けとった段階で、経路制御装置 3 0 は、一連の処理規則のロールバックが正しく行われたものとしてトランザクションを終了する。

## 【 0 0 9 9 】

以上のように、本実施形態では、ノード 1 0 において処理規則の設定不具合があった場合においても、他のクラスターの処理規則設定装置 2 0 a から送られた内容に基づいて正し

10

20

30

40

50

くロールバック処理を行うことが可能になる。

【0100】

(3-1. トランザクション終了後の処理規則設定装置の切替)

続いて、図20を参照して、図18に示すように正常に一連の処理が完了した後に処理規則設定装置20aに異常が発生するなどして、システム管理装置40が、スタンバイ系の処理規則設定装置をアクティブ化した場合の後続する動作について説明する。図20のステップS000～S008までの動作は上記図18のステップS000～S008の動作と同様であるので、説明を省略する。

【0101】

その後、システム管理装置40が、スタンバイ系で待機していた処理規則設定装置20bをアクティブ化すると(図20のS201)、処理規則設定装置20bは、ノード10に対してフローIDとトランザクションIDとを含んだジャーナルデータの送信を要求する(図20の202)。

10

【0102】

ノード10からジャーナルデータを受信すると(図20のS203)、処理規則設定装置20bは、自装置内の処理規則設定ログ記憶部27に記憶された処理規則の設定履歴と照合し、その照合結果を経路制御装置30に送信する(図20のS204)。

【0103】

経路制御装置30は、トランザクションログ34を参照し、前記照合結果により確認されたトランザクションが正常に終了していることを確認した上で、処理規則設定装置20bに肯定応答(トランザクションログとの照合OK)を応答する(図20のS205)。

20

【0104】

上記肯定応答(トランザクションログとの照合OK)を受信した処理規則設定装置20bは、システム管理装置40に対し、アクティブ化が完了したことを通知する(図20のS206)。

【0105】

(3-2. ノード異常によるロールバック完了後の処理規則設定装置の切替)

続いて、ノード10からの処理規則の設定状況の異常によるロールバックの完了後に、システム管理装置40が、スタンバイ系の処理規則設定装置をアクティブ化した場合の後続する動作について説明する。図21のステップS000～S112までの動作は上記図19のステップS000～S112の動作と同様であるので、説明を省略する。

30

【0106】

また、以降の動作も図20のステップS201～S205と同様であるが、トランザクションログ34の参照の結果、処理規則設定装置20cにてロールバックが完了しているため、経路制御装置30は、処理規則設定装置20bにもロールバックを指示する(図21のS207)。

【0107】

処理規則設定装置20bからロールバックの完了通知を受け取った段階で(図21のS208)、経路制御装置30は、システム管理装置40に対し、アクティブ化が完了したことを通知する(図20のS206)。

40

【0108】

以上のように、アクティブ化された処理規則設定装置が、ノードに設定されている処理規則が自装置で把握している処理規則と同期しているかどうかを確認し、さらに、トランザクションログとの照合を行っているため、システム管理装置40により処理規則設定装置の切替が行われた場合であっても、各ノードに設定された処理規則の一貫性が損なわれることはない。

【0109】

(4. 処理規則設定完了前またはロールバック完了前における処理規則設定装置の異常)

続いて、処理規則設定要求～コミットOK(ロールバック完了)の過程においてアクティブ系の処理規則設定装置に故障が発生した場合の動作について、故障発生タイミング毎

50

に分説する。

【 0 1 1 0 】

図 2 2 は、処理規則の正常設定後のコミット要求に対し、一方の処理規則設定装置 2 0 a からコミット OK が送信されなかった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、第 1 の実施形態で図 1 1 を用いて説明した場合と同様に、経路制御装置 3 0 は、コミット OK が送られてきた方の処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示することになる。具体的な動作は、図 1 9 のステップ S 1 0 8 ~ S 1 1 1 と同様である。以降は図 2 0 で説明したように、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われる。ここでは、すでに処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示済みであるので、経路制御装置 3 0 は、アクティブ化された処理規則設定装置 2 0 b にもロールバックを指示することになる。

10

【 0 1 1 1 】

図 2 3 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、ロールバック動作を行った後、一方の処理規則設定装置 2 0 a からロールバック完了通知が送信されなかった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 2 2 と同様に、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、ノード 1 0 におけるロールバック処理は正常に完了しているため、そのままアクティブ化完了となる。

【 0 1 1 2 】

図 2 4 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、ロールバック動作を行った後、一方の処理規則設定装置 2 0 a がノード 1 0 からロールバック完了通知を受信する前に故障してしまった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 2 2 と同様に、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、ノード 1 0 におけるロールバック処理は正常に完了しているため、そのままアクティブ化完了となる。

20

【 0 1 1 3 】

図 2 5 は、図 2 2 と同様に、処理規則の正常設定後のコミット要求に対し、一方の処理規則設定装置 2 0 a からコミット OK が送信されなかった場合の動作を表したシーケンス図である（図 2 2 との相違は、第 1 クラスターの処理規則設定装置がコミット要求受信前に故障している点である。）。全体としての動作は図 2 2 と同様であるので説明は省略する。

30

【 0 1 1 4 】

図 2 6 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、ロールバック指示を行う前に、一方の処理規則設定装置 2 0 a が故障してしまった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 2 2、図 2 5 と同様に、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、すでに処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示済みであるので、経路制御装置 3 0 は、アクティブ化された処理規則設定装置 2 0 b にもロールバックを指示することになる。

【 0 1 1 5 】

図 2 7 は、処理規則が正常に設定されたものの、一方の処理規則設定装置 2 0 a から処理規則設定成功通知が送信されなかった場合の動作を表したシーケンス図である。全体としての動作は図 2 2、図 2 5 と同様であるので説明は省略する。

40

【 0 1 1 6 】

図 2 8 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、一方の処理規則設定装置 2 0 c からはその旨の応答（処理規則設定状況（NG））を受信したが、他方の処理規則設定装置 2 0 a からは何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 2 6 と同様に、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、すでに処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示済みであるので、経路制御装置 3 0 は、アクティブ化された処理規則設定装置 2 0 b にもロールバックを指示することになる。

50

## 【 0 1 1 7 】

図 2 9 は、処理規則が正常に設定されたものの、一方の処理規則設定装置 2 0 a が処理規則設定状況を受信できなかった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合も、全体としての動作は図 2 7 と同様であるので説明は省略する。

## 【 0 1 1 8 】

図 3 0 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、一方の処理規則設定装置 2 0 c からはその旨の応答（処理規則設定状況（NG））を受信したが、他方の処理規則設定装置 2 0 a が処理規則設定状況を受信できず、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 2 8 と同様に、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、すでに処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示済みであるので、経路制御装置 3 0 は、アクティブ化された処理規則設定装置 2 0 b にもロールバックを指示することになる。

10

## 【 0 1 1 9 】

図 3 1 は、一方の処理規則設定装置 2 0 c からは処理規則が正常に設定された旨の応答（処理規則設定状況（OK））を受信したが、他方の処理規則設定装置 2 0 a は処理規則の設定前に故障してしまい、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、経路制御装置 3 0 は、図 2 9 と同様に、処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示する。また、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、その結果、第 1 クラスターのノードの処理規則の設定状況はすでにロールバックした状態にあることが判明するので、そのままアクティブ化完了通知を送信することになる。

20

## 【 0 1 2 0 】

図 3 2 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、一方の処理規則設定装置 2 0 c からはその旨の応答（処理規則設定状況（NG））を受信したが、他方の処理規則設定装置 2 0 a は処理規則の設定前に故障してしまい、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 3 1 と同様に、処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示する。また、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、その結果、第 1 クラスターのノードの処理規則の設定状況はすでにロールバックした状態にあることが判明するので、そのままアクティブ化完了通知を送信することになる。

30

## 【 0 1 2 1 】

図 3 3 は、一方の処理規則設定装置 2 0 c からは処理規則が正常に設定された旨の応答（処理規則設定状況（OK））を受信したが、他方の処理規則設定装置 2 0 a は処理規則の記録完了通知の受信前に故障してしまい、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、経路制御装置 3 0 は、図 2 9 と同様に、処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示する。また、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、その結果、第 1 クラスターのノードの処理規則の設定状況はすでにロールバックした状態にあることが判明するので、そのままアクティブ化完了通知を送信することになる。

## 【 0 1 2 2 】

図 3 4 は、ノード 1 0 からの処理規則の設定状況に異常があり、一方の処理規則設定装置 2 0 c からはその旨の応答（処理規則設定状況（NG））を受信したが、他方の処理規則設定装置 2 0 a は処理規則の記録完了通知の受信前に故障してしまい、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図 3 3 と同様に、処理規則設定装置 2 0 c に対しロールバックを指示する。また、システム管理装置 4 0 による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、その結果、第 1 クラスターのノードの処理規則の設定状況はすでにロールバックした状態にあることが判明するので、そのままアクティブ化完了通知を送信することになる。

40

## 【 0 1 2 3 】

図 3 5 は、一方の処理規則設定装置 2 0 c からは処理規則が正常に設定された旨の応答

50

(処理規則設定状況(OK))を受信したが、他方の処理規則設定装置20aは処理規則の記録前に故障してしまい、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、経路制御装置30は、図29と同様に、処理規則設定装置20cに対しロールバックを指示する。また、システム管理装置40による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、その結果、第1クラスタのノードの処理規則の設定状況はすでにロールバックした状態にあることが判明するので、そのままアクティブ化完了通知を送信することになる。

【0124】

図36は、ノード10からの処理規則の設定状況に異常があり、一方の処理規則設定装置20cからはその旨の応答(処理規則設定状況(NG))を受信したが、他方の処理規則設定装置20aは処理規則の記録前に故障してしまい、何ら応答が無かった場合の動作を表したシーケンス図である。この場合、図33と同様に、処理規則設定装置20cに対しロールバックを指示する。また、システム管理装置40による処理規則設定装置の切替とジャーナルデータの取得・照合が行われるが、その結果、第1クラスタのノードの処理規則の設定状況はすでにロールバックした状態にあることが判明するので、そのままアクティブ化完了通知を送信することになる。

10

【0125】

以上の説明から明らかなように、如何なるタイミングで処理規則設定装置が故障しても、スタンバイ系の処理規則設定装置に切り替わり、ノードのジャーナルデータと照合して、ロールバックの要否を判定するため、処理規則の設定状況の一貫性を保持することができる。

20

【0126】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の基本的技術的思想を逸脱しない範囲で、更なる変形・置換・調整を加えることができる。例えば、上記した第3の実施形態では、アクティブ系で動作している処理規則設定装置を対象にコミットを行うものとして説明したが、図37に示すように、スタンバイ系で待機している処理規則設定装置も対象にコミットを行うものとしてもよい(第4の実施形態)。

【0127】

また、上記した各実施形態では、1の経路制御装置と、2つのクラスタにそれぞれ2つの処理規則設定装置を配置した構成を挙げて説明したが、該構成は、本発明の一実施形態を簡単に説明するためのものである。本発明を適用する通信システムに求められる要求仕様に応じて、経路制御装置や処理規則設定装置の数を適宜変更できることはもちろんである。

30

なお、上記の非特許文献の各開示を、本書に引用をもって繰り込むものとする。本発明の全開示(請求の範囲を含む)の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態ないし実施例の変更・調整が可能である。また、本発明の請求の範囲(クレーム)の枠内において、種々の開示要素の多様な組み合わせないし選択が可能である。

【0128】

最後に、本発明の好ましい形態を要約する。

40

[第1の形態]

(上記第1の視点による通信システム参照)

[第2の形態]

第1の形態の通信システムにおいて、

前記制御装置は、前記ノードに設定した処理規則に付与したフロー識別子と、前記互いに関連付けられた処理規則に共通して付与したトランザクション識別子とが、前記ノードからの応答に含まれているか否かにより、個々の処理規則が設定されているか否かと、前記互いに関連付けられた処理規則が設定されているか否かを判別する通信システム。

[第3の形態]

第1または第2の形態の通信システムにおいて、

50

前記制御装置が冗長化されており、

前記制御装置のうちのスタンバイ系として待機している制御装置に、前記設定した処理規則をバックアップさせる通信システム。

[ 第 4 の形態 ]

第 3 の形態の通信システムにおいて、

前記スタンバイ系として待機している制御装置は、アクティブ状態に切り替わった際に、前記バックアップした処理規則と前記ノードから受信した処理規則との設定状況に基づいて、前記ノードへの処理規則の設定継続またはロールバック動作を行う通信システム。

[ 第 5 の形態 ]

第 1 から第 4 いずれか一の形態の通信システムにおいて、

前記制御装置は、任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を作成する経路制御装置と、

前記パケット転送経路上のノードのうち、自装置が属するクラスタに属するノードに対し、前記処理規則を設定する、複数の処理規則設定装置とを含んで構成されている通信システム。

[ 第 6 の形態 ]

第 5 の形態の通信システムにおいて、

前記ノードは、当該処理規則と互いに関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、更新前の処理規則とを対応付けて保持しており、

少なくとも 1 つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、前記処理規則設定装置は、他のクラスタに属する処理規則設定装置から、設定済みの処理規則を受信し、前記処理規則に含まれるトランザクション識別子に基づいてロールバック動作を行う通信システム。

[ 第 7 の形態 ]

第 5 または第 6 の形態の通信システムにおいて、

前記経路制御装置は、前記互いに関連付けられた処理規則の設定に成功した場合、前記各処理規則設定装置に対し、コミットを要求し、前記各処理規則設定装置からのコミット応答が揃わない場合、ロールバック動作を行う通信システム。

[ 第 8 の形態 ]

( 上記第 2 の視点による制御装置参照 )

[ 第 9 の形態 ]

第 8 の形態の制御装置において、

前記ノードに設定した処理規則に付与したフロー識別子と、前記互いに関連付けられた処理規則に共通して付与したトランザクション識別子とが、前記ノードからの応答に含まれているか否かにより、個々の処理規則が設定されているか否かと、前記互いに関連付けられた処理規則が設定されているか否かを判別する制御装置。

[ 第 10 の形態 ]

第 8 または第 9 の形態の制御装置において、

スタンバイ系として待機している制御装置と接続され、前記スタンバイ系として待機している制御装置に、前記設定した処理規則をバックアップさせる制御装置。

[ 第 11 の形態 ]

第 10 の形態の制御装置において、

前記スタンバイ系として待機している制御装置は、アクティブ状態に切り替わった際に、前記バックアップした処理規則と前記ノードから受信した処理規則の設定状況に基づいて、前記ノードへの処理規則の設定継続またはロールバック動作を行う制御装置。

[ 第 12 の形態 ]

第 8 から第 11 いずれか一の形態の制御装置において、

任意のノードから処理規則の設定要求に応じて、パケット転送経路を計算し、前記パケット転送経路を実現する処理規則を作成する経路制御装置と、

前記パケット転送経路上のノードのうち、自装置が属するクラスタに属するノードに対

10

20

30

40

50

し、前記処理規則を設定する、複数の処理規則設定装置と、を含んで構成されている制御装置。

[ 第 1 3 の形態 ]

第 1 2 の形態の制御装置において、

前記ノードは、当該処理規則と互いに関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、更新前の処理規則とを対応付けて保持しており、

少なくとも 1 つのノードに設定した処理規則に異常が検出された場合、他のクラスタに属する処理規則設定装置から、設定済みの処理規則を受信し、前記処理規則に含まれるトランザクション識別子に基づいて、前記ノードにロールバックを指示する制御装置。

[ 第 1 4 の形態 ]

第 1 2 または第 1 3 の形態の制御装置において、

前記互いに関連付けられた処理規則の設定に成功した場合、前記各処理規則設定装置に対し、コミットを要求し、前記各処理規則設定装置からのコミット応答が揃わない場合、ロールバック動作を行う制御装置。

[ 第 1 5 の形態 ]

( 上記第 3 の視点によるノード参照 )

[ 第 1 6 の形態 ]

第 1 5 の形態のノードにおいて、

さらに、当該処理規則と互いに関連付けられた処理規則に共通して付与されたトランザクション識別子と、更新前の処理規則とを対応付けて保持しており、

トランザクション識別子に基づいたロールバック動作を行うノード。

[ 第 1 7 の形態 ]

( 上記第 4 の視点による処理規則の設定方法参照 )

[ 第 1 8 の形態 ]

( 上記第 5 の視点による制御装置用プログラム参照 )

[ 第 1 9 の形態 ]

( 上記第 5 の視点によるノード用プログラム参照 )

【符号の説明】

【 0 1 2 9 】

- 1 0 ノード
- 1 1 設定済み処理規則
- 1 2 フローテーブル設定部
- 1 3、1 3 A イベントバッファ
- 1 4 ジャーナル送信部
- 1 5 フローテーブル
- 1 6 パケット処理部
- 1 7 パケット送信部
- 1 8 パケット受信部
- 2 0、2 0 A、2 0 B 制御装置
- 2 0 a 第 1 クラスタ処理規則設定装置
- 2 0 b 第 1 クラスタ処理規則設定装置
- 2 0 c 第 2 クラスタ処理規則設定装置
- 2 0 d 第 2 クラスタ処理規則設定装置
- 2 1 処理規則設定ログ
- 2 2 要求受諾部
- 2 3 クラスタ管理部
- 2 4 処理規則設定部
- 2 5 ジャーナル確認部
- 2 6 ジャーナル取得部
- 2 7 処理規則設定ログ記憶部

10

20

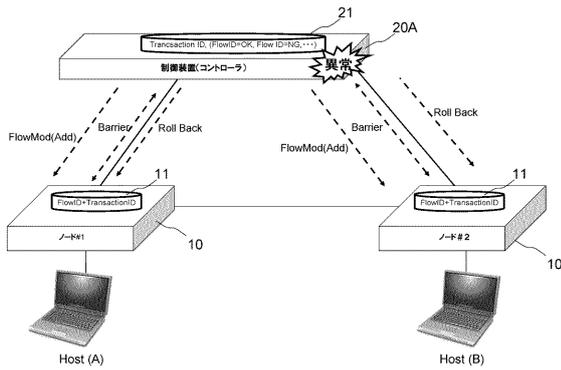
30

40

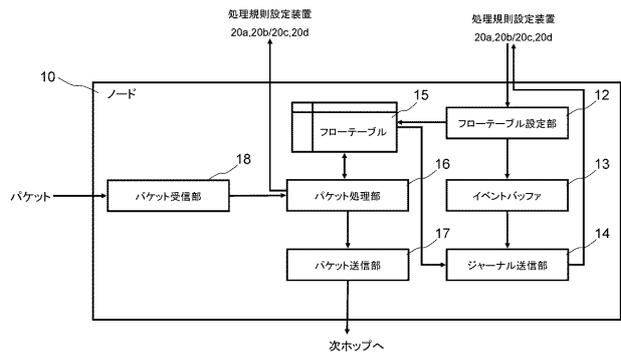
50

- 3 0 経路制御装置
- 3 1 主処理部
- 3 2 処理規則設定部
- 3 3 トランザクション確認部
- 3 4 トランザクションログ記憶部
- 4 0 システム管理装置

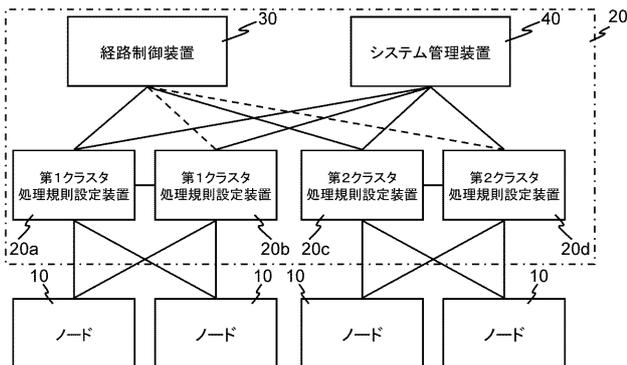
【 図 1 】



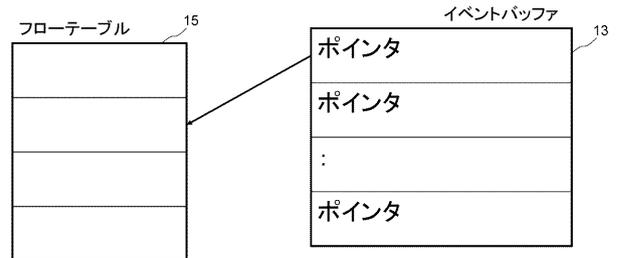
【 図 3 】



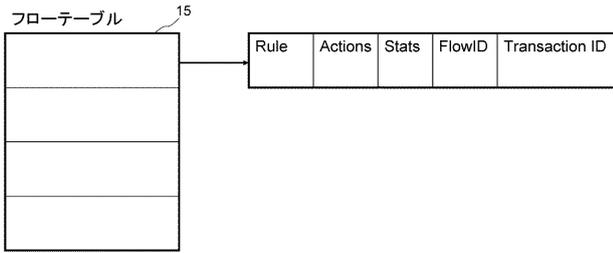
【 図 2 】



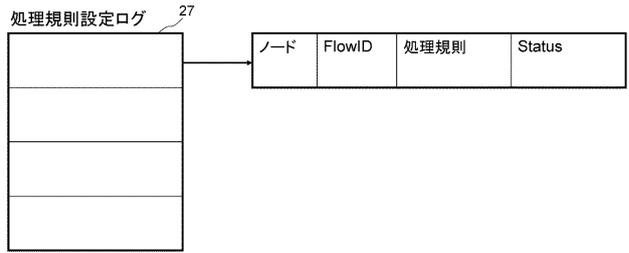
【 図 4 】



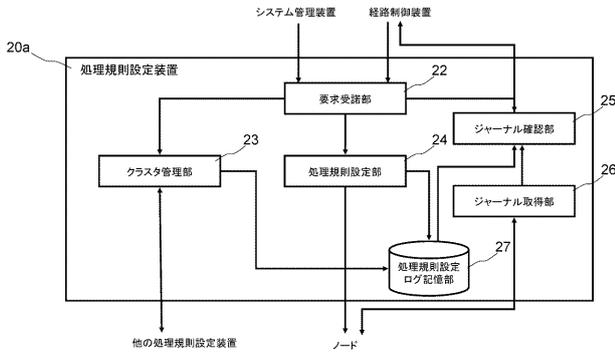
【 図 5 】



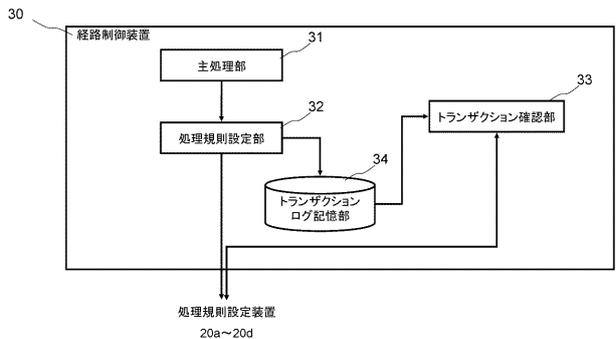
【 図 7 】



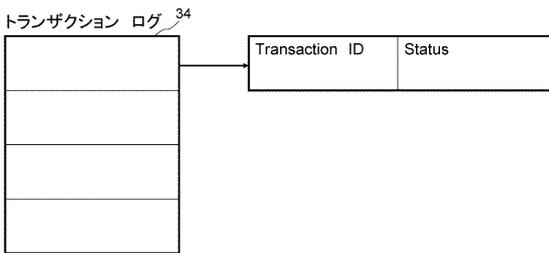
【 図 6 】



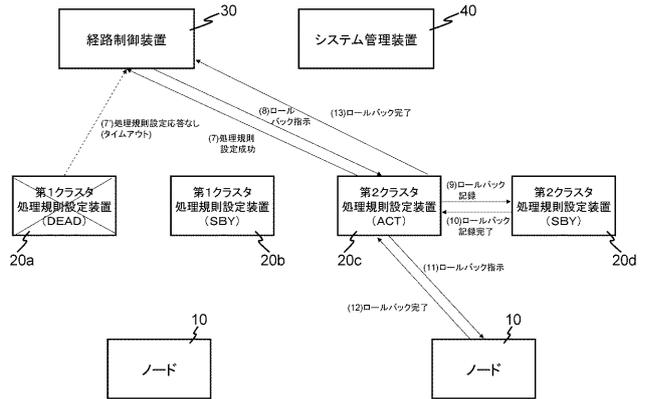
【 図 8 】



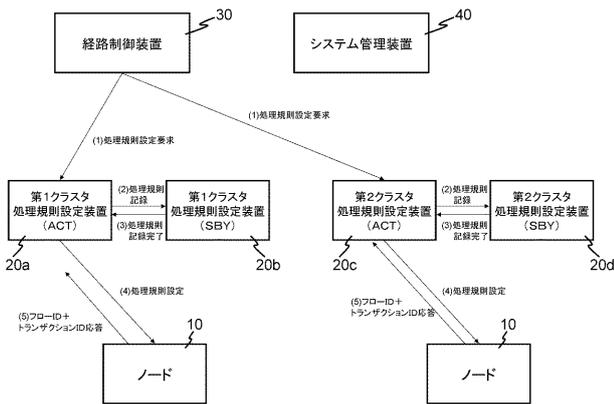
【 図 9 】



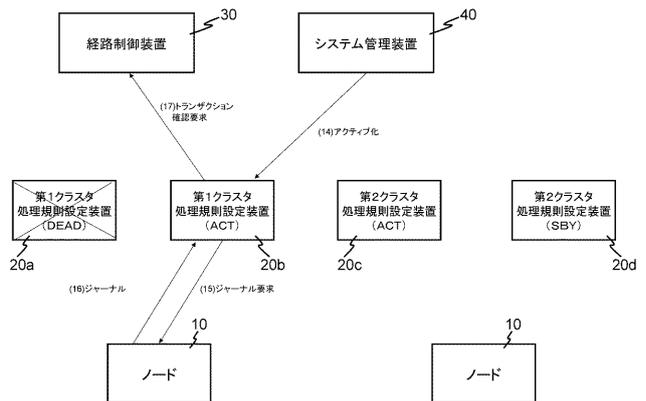
【 図 11 】



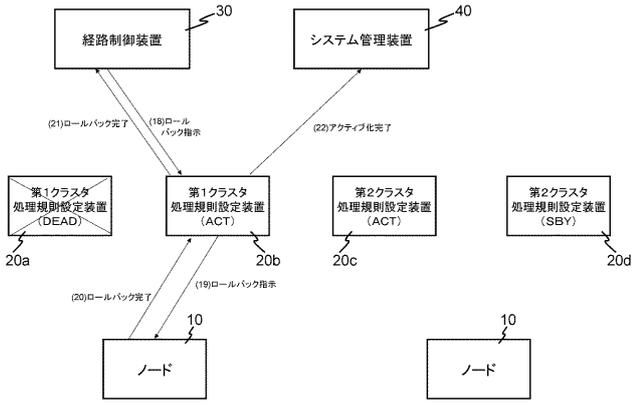
【 図 10 】



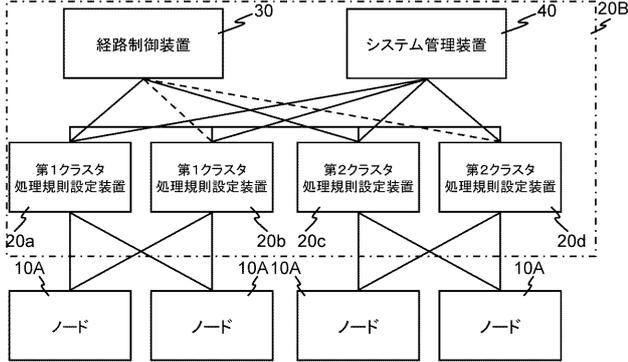
【 図 12 】



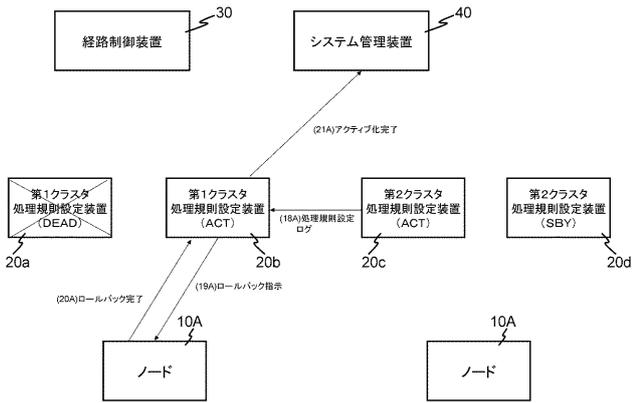
【図13】



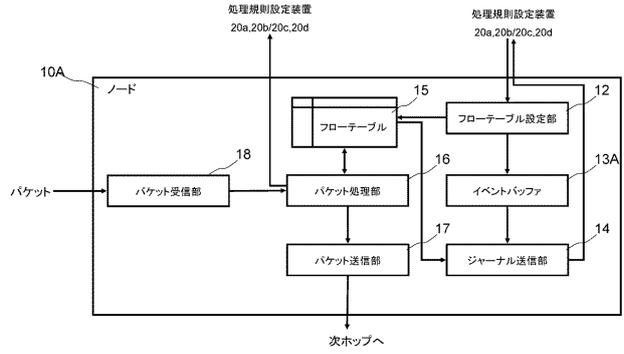
【図14】



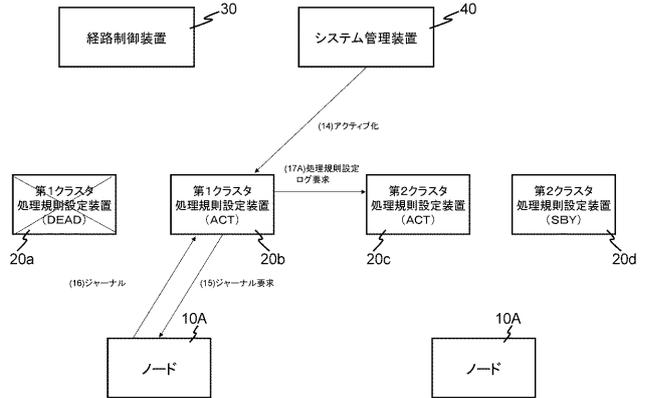
【図17】



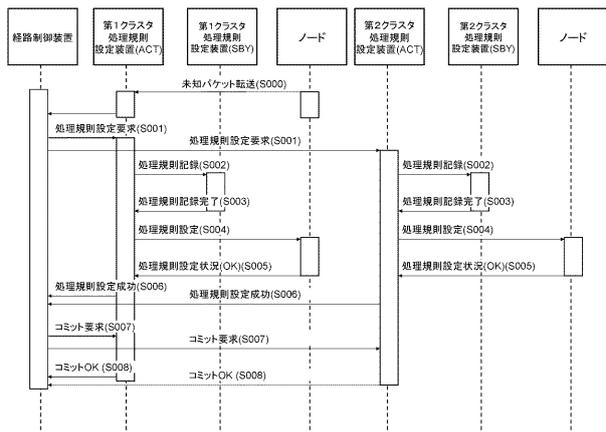
【図15】



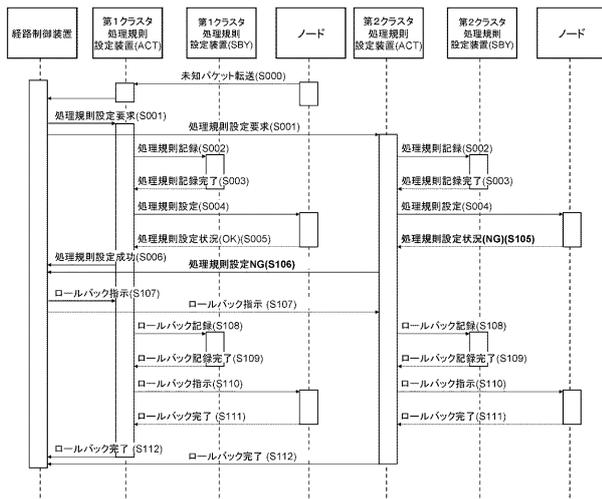
【図16】



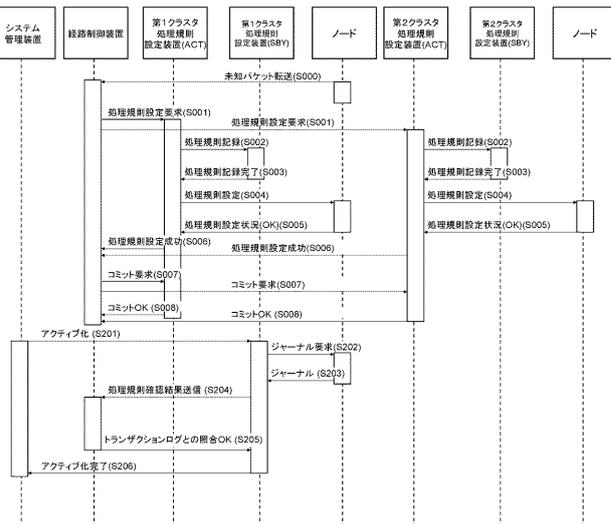
【図18】



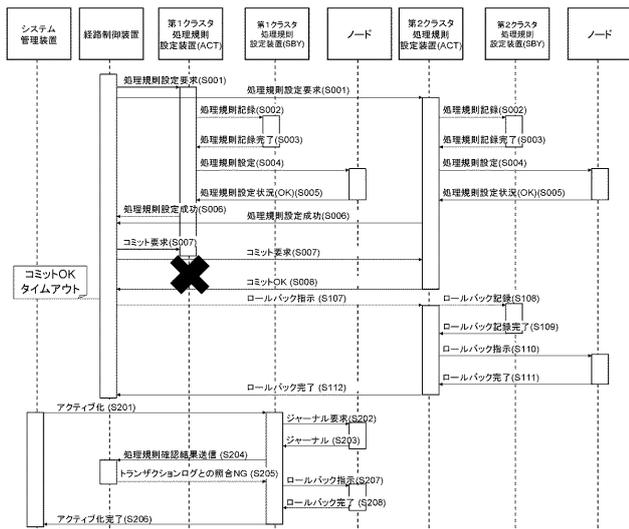
【図19】



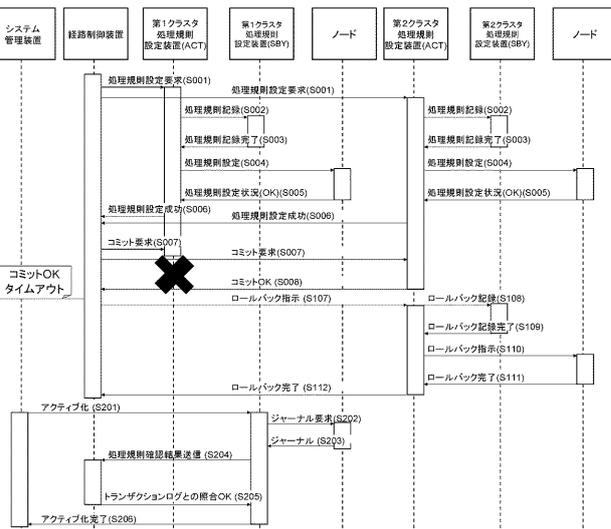
【図20】



【図21】

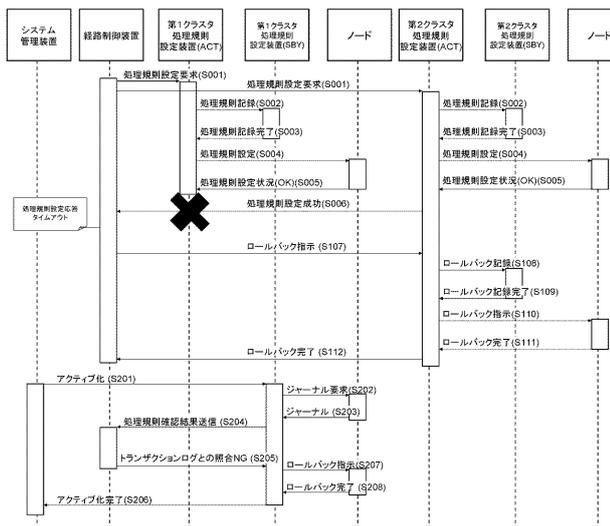


【図22】

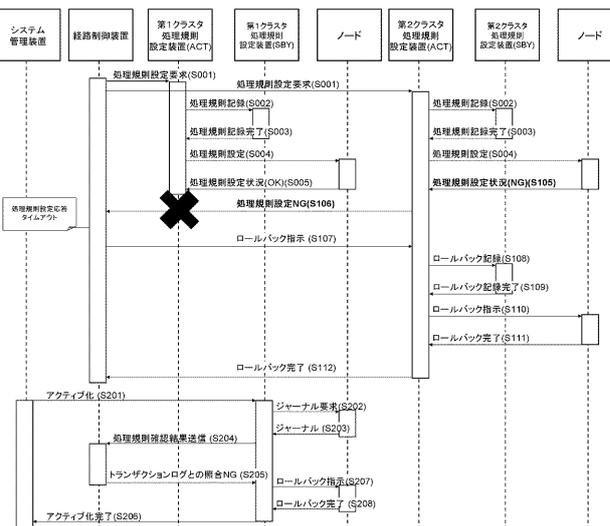




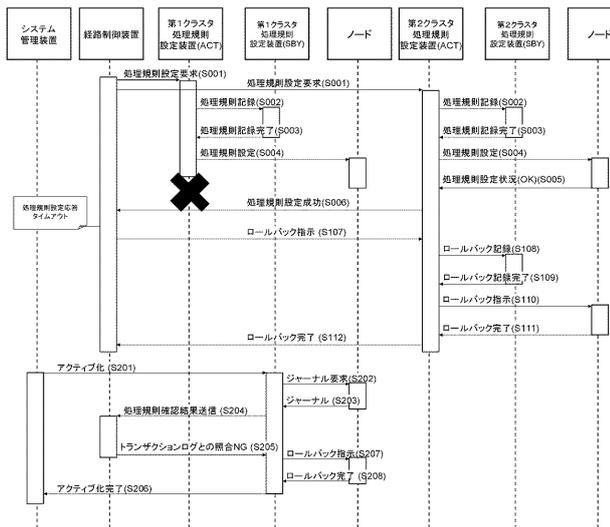
【図 27】



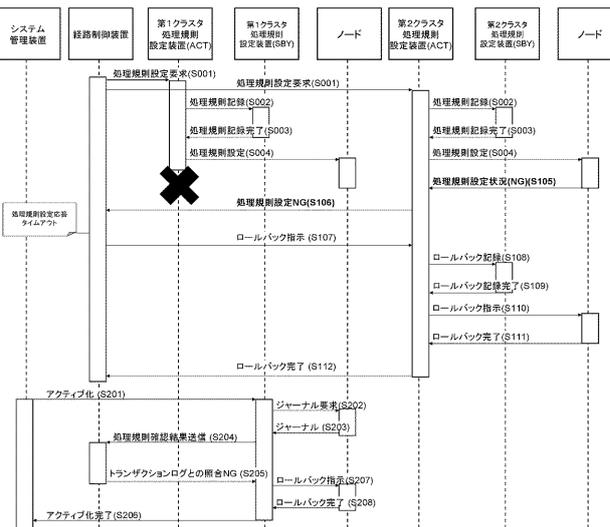
【図 28】



【図 29】



【図 30】







## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2011/005012
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl. H04L12/56(2006.01) i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl. H04L12/56 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2011 Registered utility model specifications of Japan 1996-2011 Published registered utility model applications of Japan 1994-2011 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	OpenFlow Switch Specification Version 1.0.0 ( Wire Protocol 0x01 ), 2009.12.31	1-19
A	Masashi Hayashi, Flow Entry Control using Transaction Management, PROCEEDINGS OF THE 2010 IEICE GENERAL CONFERENCE, 2010.03.02	1-19
<input 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 21.09.2011		Date of mailing of the international search report 04.10.2011
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office</b> 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer <b>NAGAI Keiji</b> Telephone No. +81-3-3581-1101 Ext. 3596
		5X 3 6 5 6

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA