

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5858882号  
(P5858882)

(45) 発行日 平成28年2月10日(2016.2.10)

(24) 登録日 平成27年12月25日(2015.12.25)

(51) Int.Cl.

H04L 12/713 (2013.01)  
H04L 12/70 (2013.01)

F 1

H04L 12/713  
H04L 12/70

Z

請求項の数 6 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2012-171311 (P2012-171311)  
 (22) 出願日 平成24年8月1日 (2012.8.1)  
 (65) 公開番号 特開2014-33268 (P2014-33268A)  
 (43) 公開日 平成26年2月20日 (2014.2.20)  
 審査請求日 平成27年2月16日 (2015.2.16)

(出願人による申告) 平成21年度 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト(グリーンITプロジェクト) 委託研究、産業技術力強化法19条の適用を受ける特許出願」

(73) 特許権者 504411166  
 アラクサラネットワークス株式会社  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号  
 (74) 代理人 100114236  
 弁理士 藤井 正弘  
 (74) 代理人 100075513  
 弁理士 後藤 政喜  
 (72) 発明者 大柿 宏人  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田890 アラク  
 サラネットワークス株式会社内  
 (72) 発明者 小▲高▼ 英男  
 神奈川県川崎市幸区鹿島田890 アラク  
 サラネットワークス株式会社内

審査官 衣鳩 文彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】中継装置、中継システム、及び中継装置の電力状態の変更方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

ネットワークに接続され、少なくとも一つの他の中継装置との間で前記ネットワークを冗長化する中継装置において、

前記ネットワークとの間でパケットを送受信する複数のネットワークインターフェース部と、

前記ネットワークインターフェース部のいずれかが受信したパケットの中継先を決定し、前記ネットワークインターフェース部のいずれかへ前記パケットを転送するパケット転送部と、

前記冗長化の関係を管理する冗長化管理テーブルと、

前記ネットワークの冗長化に用いる冗長化プロトコルを管理するプロトコル制御部と、

前記ネットワークインターフェース部及び前記パケット転送部のうち少なくとも一の電力状態を制御する電力状態制御部と、を備え、

前記ネットワークインターフェース部及び前記パケット転送部の少なくとも一方は、消費電力が異なる複数の電力状態に制御可能な電力状態制御対象であり、前記消費電力が大きいほど転送性能が大きく、前記消費電力が小さいほど前記転送性能が小さく、

前記プロトコル制御部は、前記冗長化管理テーブルを参照し、前記中継装置を、実際に前記パケットを中継するマスタ中継装置として動作させるか、前記パケットを中継しないバックアップ中継装置として動作させるか、を決定し、

前記電力状態制御部は、前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定さ

10

20

れ、前記電力状態制御対象の少なくとも一つの電力状態が変更された場合、前記バックアップ中継装置となる前記他の中継装置の電力状態を変更させるために、前記変更後の電力状態制御対象の転送性能を含む転送性能通知を前記他の中継装置に送信し、

前記電力状態制御部は、前記中継装置が前記バックアップ中継装置として動作すると決定され、前記マスタ中継装置となる他の中継装置から前記転送性能通知を受信した場合、前記受信した転送性能通知に含まれる前記転送性能を満たすように、前記電力状態制御対象の電力状態を変更することを特徴とする中継装置。

#### 【請求項2】

請求項1に記載の中継装置であって、

前記冗長化プロトコルはVRRPであり、

10

前記中継装置及び前記他の中継装置には、IPアドレスが付与されるインターフェース単位で仮想中継装置が設定され、

前記中継装置に設定された仮想中継装置と前記他の中継装置に設定された仮想中継装置との間で前記ネットワークが冗長化され、

前記冗長化管理テーブルは、前記ネットワークを冗長化する仮想中継装置に設定された優先度を含み、

前記プロトコル制御部は、

前記冗長化管理テーブルの前記優先度に基づいて、前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させるか、前記バックアップ中継装置として動作させるか、を決定し、

前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定された場合、前記中継装置の仮想中継装置を、実際に前記パケットを中継するように設定し、

20

前記中継装置を前記バックアップ中継装置として動作させると決定された場合、前記中継装置の仮想中継装置を、前記パケットを中継しないように設定することを特徴とする中継装置。

#### 【請求項3】

請求項1に記載の中継装置であって、

前記電力状態制御部は、

前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定され、前記電力状態制御対象の少なくとも一つの電力状態が変更された場合、変更後の前記電力状態制御対象の電力状態に基づいて、前記変更後の電力状態制御対象の転送性能の合計値を算出し、

30

前記算出した合計値、及び、前記バックアップ中継装置として動作する前記他の中継装置における前記転送性能の割り当てるための割当方式を含む前記転送性能通知を、前記他の中継装置に送信し、

前記割当方式には、前記電力状態制御対象に前記転送性能を均等に割り当てる第1方式と、特定の前記電力状態制御対象から優先的に前記転送性能を割り当てる第2方式と、があり、

前記転送性能通知に含まれる割当方式は、前記第1方式又は前記第2方式であり、

前記電力状態制御部は、

前記中継装置を前記バックアップ中継装置として動作させると決定され、前記他の中継装置から前記合計値及び前記割当方式を含む前記転送性能通知を通知された場合、前記転送性能通知に含まれる割当方式が前記第1方式であるか前記第2方式であるかを判定し、

40

前記転送性能通知に含まれる割当方式が前記第1方式であると判定された場合、前記転送性能通知に含まれる前記転送性能の合計値が、前記電力状態制御対象に均等に分配されるように、前記電力状態制御対象の電力状態を変更し、

前記転送性能通知に含まれる割当方式が前記第2方式であると判定された場合、前記転送性能通知に含まれる前記転送性能の合計値が、特定の前記電力状態制御対象から優先的に分配されるように、前記電力状態制御対象の電力状態を変更することを特徴とする中継装置。

#### 【請求項4】

請求項1に記載の中継装置であって、

50

前記中継装置は二つ以上の他の中継装置との間で前記ネットワークを冗長化し、  
前記冗長化プロトコルはV R R Pであり、  
前記中継装置及び前記他の中継装置には、IPアドレスが付与されるインターフェース単位で仮想中継装置が設定され、  
前記中継装置に設定された仮想中継装置と前記他の中継装置に設定された仮想中継装置との間で前記ネットワークが冗長化され、  
前記冗長化管理テーブルは、前記ネットワークを冗長化する仮想中継装置に設定された優先度を含み、  
前記プロトコル制御部は、  
前記冗長化管理テーブルを参照し、前記各中継装置の仮想ルータの優先度の合計値を算出しおよび、  
自身を有する中継装置の合計値が最大である場合、当該中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定し、  
前記自身を有する中継装置の合計値が二番目に大きい場合、当該中継装置を前記バックアップ中継装置として動作させると決定し、  
前記自身を有する中継装置の合計値が三番目以下である場合、当該中継装置を予備バックアップ中継装置として動作させると決定し、  
前記電力状態制御部は、前記中継装置を前記予備バックアップ中継装置として動作させると決定された場合、前記中継装置の前記電力状態制御対象の電力状態を、消費電力が最小の電力状態に設定することを特徴とする中継装置。

【請求項5】  
請求項1に記載の中継装置であって、  
前記冗長化プロトコルはV R R Pであり、  
前記電力状態制御部は、前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定され、前記電力状態制御対象の少なくとも一つの電力状態が変更された場合、前記マスタ中継装置が前記バックアップ中継装置に所定時間毎に送信するV R R Pパケットのフォーマットを用いて、前記転送性能通知を前記他の中継装置に送信することを特徴とする中継装置。

【請求項6】  
ネットワークに接続され、少なくとも一つの他の中継装置との間で前記ネットワークを冗長化する中継装置で実行される前記中継装置の電力状態の制御方法であって、  
前記中継装置は、  
前記ネットワークとの間でパケットを送受信する複数のネットワークインターフェース部と、  
前記ネットワークインターフェース部のいずれかが受信したパケットに基づいて中継先を決定し、前記ネットワークインターフェース部のいずれかへ前記パケットを転送するパケット転送部と、  
前記冗長化の関係を管理する冗長化管理テーブルと、を有し、  
前記ネットワークインターフェース部及び前記パケット転送部の少なくとも一方は、消費電力が異なる複数の電力状態に制御可能な電力状態制御対象であり、前記消費電力が大きいほど転送性能が大きく、前記消費電力が小さいほど前記転送性能が小さく、  
前記方法は、  
前記冗長化管理テーブルを参照し、前記中継装置を、実際に前記パケットを中継するマスタ中継装置として動作させるか、前記パケットを中継しないバックアップ中継装置として動作させるか、を決定するステップと、  
前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定され、前記電力状態制御対象の少なくとも一つの電力状態が変更された場合、前記バックアップ中継装置となる前記他の中継装置の電力状態を変更させるために、前記変更後の電力状態制御対象の転送性能を含む転送性能通知を前記他の中継装置に送信するステップと、を含むことを特徴とする中継装置の電力状態の制御方法。

10

20

30

40

50

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ネットワークを冗長化する中継装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

動画配信などのネットワークサービスの充実により、インターネット上のトラフィック量が急増しつつある中で、パケット中継装置の設置台数が大幅に増加している。これに伴って、日本国内におけるパケット中継装置の消費電力量は、2025年には2006年の13倍に増加すると予想されている。この消費電力量は、日本の総発電量の約1割に相当するため、パケット中継装置の消費電力の低減は重要な課題である。10

**【0003】**

パケット中継装置の省電力化技術として、特開2007-228490号公報（特許文献1）がある。この公報には、「以上説明した本実施例のネットワーク中継装置1000によれば、ユーザの設定により、各構成要素に供給されるクロック信号の周波数を変更する。これにより、周波数を高速化すれば、半導体集積回路（例えば、パケット処理回路120、転送先決定回路130）の処理速度を向上してネットワーク中継装置1000の性能を向上させることができ、また周波数を低速化すれば、半導体集積回路の処理速度を落としてネットワーク中継装置1000の消費電力を低減することができる。この結果、ネットワーク中継装置1000において、必要な時に必要な性能を維持しつつ、消費電力量を抑制することができる。」と記載されている（[0063]参照）。20

**【0004】**

また、パケットを送受信するネットワークインターフェース部及び送受信するパケットの転送先を決定するパケット転送部の転送性能と消費電力とを関係の指標として電力状態がある。電力状態は、転送性能に応じて定義されるため、パケット転送部とネットワークインターフェース部とでそれぞれ固有のものとなる。ユーザは、電力状態を変更することによってパケット転送部及びネットワークインターフェース部の転送性能を制御し、消費電力を制御できる。例えば、パケット転送部及びネットワークインターフェース部の電力状態が消費電力効率の高い「low」に設定されることによって、転送性能が抑制され、消費電力が低減される。30

**【0005】**

パケット中継装置が冗長化された場合の省電力化技術として、特開2010-92329号公報（特許文献2）が知られている。この公報には、「マスターとして動作するデバイス11と、スレーブとして動作するデバイス12とを省電力制御用に設けた2つの入出力信号21, 22で接続する。各デバイス11, 12は、それぞれ省電力制御部100を含む。省電力制御部100は、入出力信号のうちの1つの入出信号を用いて、当該デバイスの動作状態として接続先のデバイスに要求する作業の有無を通知する。また、省電力制御部100は、当該デバイスで処理すべき作業の有無と、接続先のデバイスから通知される当該デバイスに要求する作業の有無とに基づいて、当該デバイスを省電力状態に遷移させるか否かを決定する。」と記載されている（[要約]参照）。40

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】特開2007-228490号公報

【特許文献2】特開2010-092329号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

特許文献1では、パケット中継装置が冗長化された場合の省電力化について開示されていない。また、特許文献2に記載された発明は、マスターとして動作するデバイス（マスター50

中継装置)及びスレーブとして動作するデバイス(バックアップ中継装置)が備えるパケット転送部及びネットワークインターフェース部の構成数及び転送性能が、マスタ中継装置とバックアップ中継装置で同じである場合にのみ適用可能である。

#### 【0008】

このため、マスタ中継装置として動作するパケット中継装置とバックアップ中継装置として動作するパケット中継装置とを備えるパケット中継システムにおいて、各パケット中継装置が備えるパケット転送部及びネットワークインターフェース部の構成数又は転送性能が異なる場合、バックアップ中継装置の待機電力を削減できないという課題がある。

#### 【0009】

本発明は、マスタ中継装置として動作するパケット中継装置とバックアップ中継装置として動作するパケット中継装置とを備えるパケット中継システムにおいて、各パケット中継装置が備えるパケット転送部及びネットワークインターフェース部の構成数又は転送性能が異なる場合であっても、バックアップ中継装置の待機電力を削減するネットワークシステムを提供することを目的とする。10

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0010】

本発明の代表的な一例を示せば、ネットワークに接続され、少なくとも一つの他の中継装置との間で前記ネットワークを冗長化する中継装置において、前記ネットワークとの間でパケットを送受信する複数のネットワークインターフェース部と、前記ネットワークインターフェース部のいずれかが受信したパケットの中継先を決定し、前記ネットワークインターフェース部のいずれかへ前記パケットを転送するパケット転送部と、前記冗長化の関係を管理する冗長化管理テーブルと、前記ネットワークの冗長化に用いる冗長化プロトコルを管理するプロトコル制御部と、前記ネットワークインターフェース部及び前記パケット転送部のうち少なくとも一の電力状態を制御する電力状態制御部と、を備え、前記ネットワークインターフェース部及び前記パケット転送部の少なくとも一方は、消費電力が異なる複数の電力状態に制御可能な電力状態制御対象であり、前記消費電力が大きいほど転送性能が大きく、前記消費電力が小さいほど前記転送性能が小さく、前記プロトコル制御部は、前記冗長化管理テーブルを参照し、前記中継装置を、実際に前記パケットを中継するマスタ中継装置として動作させるか、前記パケットを中継しないバックアップ中継装置として動作させるか、を決定し、前記電力状態制御部は、前記中継装置を前記マスタ中継装置として動作させると決定され、前記電力状態制御対象の少なくとも一つの電力状態が変更された場合、前記バックアップ中継装置となる前記他の中継装置の電力状態を変更させるために、前記変更後の電力状態制御対象の転送性能を含む転送性能通知を前記他の中継装置に送信し、前記電力状態制御部は、前記中継装置が前記バックアップ中継装置として動作すると決定され、前記マスタ中継装置となる他の中継装置から前記転送性能通知を受信した場合、前記受信した転送性能通知に含まれる前記転送性能を満たすように、前記電力状態制御対象の電力状態を変更することを特徴とする。20

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られる効果を簡潔に説明すれば、下記の通りである。すなわち、マスタ中継装置として動作するパケット中継装置とバックアップ中継装置として動作するパケット中継装置とを備えるパケット中継システムにおいて、各パケット中継装置が備えるパケット転送部及びネットワークインターフェース部の構成数又は転送性能が異なる場合であっても、バックアップ中継装置の待機電力を削減できる。40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

【図1】本発明の第1実施例のネットワークの構成図である。

【図2】本発明の第1実施例のプロトコル制御部の構成の説明図である。

【図3】本発明の第1実施例の電力制御部の構成の説明図である。50

【図4】本発明の第1実施例のV R R P管理テーブルの説明図である。

【図5】本発明の第1実施例の電力状態管理テーブルの説明図である。

【図6】本発明の第1実施例のパケット転送部転送性能管理テーブルの説明図である。

【図7】本発明の第1実施例のネットワークインターフェース部転送性能管理テーブルの説明図である。

【図8】本発明の第1実施例のV R R Pパケットのフォーマットの説明図である。

【図9】本発明の第1実施例のプロトコル制御部によるマスタ - バックアップ決定処理のフローチャートである。

【図10】本発明の第1実施例のプロトコル制御部によるマスタ - バックアップ決定処理の変形例のフローチャートである。

【図11】本発明の第1実施例の電力制御部による電力状態変更通知処理のフローチャートである。

【図12】本発明の第1実施例の電力制御部による省電力化処理のフローチャートである。

【図13】本発明の第1実施例の電力制御部による電力状態決定処理のフローチャートである。

【図14】本発明の第2実施例のネットワークの構成図である。

【図15】本発明の第2実施例のプロトコル制御部によるマスタ - バックアップ決定処理のフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0013】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、実質的に同一な箇所には同じ符号を付与し、説明を繰り返さないこととする。

##### 【0014】

###### (第1実施例)

本発明の第1実施例を図1～図13を用いて説明する。

##### 【0015】

図1は、本発明の第1実施例のネットワーク1の構成図である。

##### 【0016】

ネットワーク1は、パケット中継装置10A及び10B（以下、総称してパケット中継装置10）並びにパケット中継装置11A及び11Bによって構成される。パケット中継装置10A及び10Bは、ネットワーク1を上流のネットワークに接続する。また、パケット中継装置10Aとパケット中継装置10Bとは対になっており、これらは、パケット中継装置11A及び11Bを介して接続される。パケット中継装置11A及び11Bは、PC等に接続され、ネットワーク1を終端させる。

##### 【0017】

パケット中継装置10A及び10Bは、通信の信頼性を向上させるために、V R R P（Virtual Router Redundancy Protocol）又はG S R P（Gigabit Switch Redundancy Protocol）を用いて、ネットワーク1の経路を冗長化している。なお、以下では、V R R Pを用いてネットワーク1の経路が冗長化されたことを前提に本実施例を説明する。

##### 【0018】

具体的には、パケット中継装置10Aがマスタ中継装置として動作し、パケット中継装置10Bがバックアップ中継装置として動作する。マスタ中継装置はパケットを実際に転送するパケット中継装置である。バックアップ中継装置は通常時にはパケットを転送せず、マスタ中継装置に異常が発生した場合にパケットを転送する装置である。

##### 【0019】

パケット中継装置10は、装置制御部20、パケット転送部50、及びネットワークインターフェース部60を備える。ネットワークインターフェース部60はパケットを送受信し、パケット転送部50はネットワークインターフェース部60に接続され、ネットワークインターフェース部60が送受信するパケットのヘッダ情報に基づいて当該パケットの中継先

10

20

30

40

50

を決定する。装置制御部 20 はインタフェース部 60 が送受信するパケットに基づいてプロトコル情報を管理し、また、装置制御部 20 はインタフェース部 60 が送受信するパケット数に応じてパケット転送部 50 およびインターフェース部 60 のうち少なくとも一方の電力状態を制御する。

【0020】

装置制御部 20 について説明する。

【0021】

装置制御部 20 は、図示しないプロセッサ及びメモリを有し、メモリには、パケット中継装置 10 全体を制御するプログラム等が格納される。なお、プロセッサはメモリに格納されたプログラムを実行する。

10

【0022】

また、装置制御部 20 は、プロトコル制御部 30 及び電力制御部 40 を有する。プロトコル制御部 30 は VRRP 又は GSRP 等の冗長化プロトコルを管理し、電力制御部 40 は、パケット転送部 50 及びネットワークインターフェース部 60 の電力状態の少なくとも一方を制御する。

【0023】

具体的には、プロトコル制御部 30 は、ユーザによって設定されたコンフィグレーションを解析し、パケット中継装置 10A 及び 10B の冗長化の関係を管理する。電力制御部 40 は、パケット転送部 50 及びネットワークインターフェース部 60 の各転送性能に基づき電力状態を決定し、決定した電力状態にパケット転送部 50 及びネットワークインターフェース部 60 の電力状態を制御する。

20

【0024】

なお、プロトコル制御部 30 及び電力制御部 40 は、装置制御部 20 の図示しないプロセッサがこれらに相当するプログラムを実行することによって実現される。

【0025】

パケット転送部 50 は、ネットワークインターフェース部 60 に接続され、ネットワークインターフェース部 60 が送受信するパケットのヘッダ情報に基づいて当該パケットの中継先を決定する。

【0026】

ネットワークインターフェース部 60 は、図示しないポートを介して、イーサネット（登録商標）等の回線（例えばツイストペアケーブル又は光ファイバ等）に接続し、パケットの送受信を制御する。

30

【0027】

なお、装置制御部 20 、パケット転送部 50 、及びネットワークインターフェース部 60 は、図示しないバスで接続される。

【0028】

また、図 1 では、パケット中継装置 10A は、二つのパケット転送部 50 と二つのネットワークインターフェース部 60 とを有し、パケット中継装置 10B は一つのパケット転送部 50 と二つのネットワークインターフェース部 60 とを有するが、パケット中継装置 10 が有するパケット転送部 50 の個数及びネットワークインターフェース部 60 の個数はこれに限定されるものではない。

40

【0029】

さらに、パケット中継装置 10A がマスタ中継装置として動作し、パケット中継装置 10B がバックアップ動作として動作するので、パケット中継装置 11A 及び 11B とパケット中継装置 10A との経路で実際にパケットが送受信され、パケット中継装置 11A 及び 11B とパケット中継装置 10B との経路ではパケットは送受信されない。

【0030】

図 2 は、本発明の第 1 実施例のプロトコル制御部 30 の構成の説明図である。

【0031】

プロトコル制御部 30 は、ユーザによって設定されたコンフィグレーションと VRRP

50

に関する情報を一元管理するV R R P管理テーブル300を有する。V R R P管理テーブル300は、図5で詳細を説明する。プロトコル制御部30は、V R R P管理テーブル300を参照し、パケット中継装置10をマスタ中継装置として動作させるか、バックアップ中継装置として動作させるかを決定するマスタ-バックアップ決定処理を実行する。マスタ-バックアップ決定処理は、図9及び図10で詳細を説明する。

#### 【0032】

図3は、本発明の第1実施例の電力制御部40の構成の説明図である。

#### 【0033】

電力制御部40は、電力状態管理テーブル400、パケット転送部転送性能管理テーブル410、及びネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル420を有する。

10

#### 【0034】

電力状態管理テーブル400には、パケット中継装置10に備わるパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の現在の電力状態、及び現在の電力状態での最大の転送性能が登録される。電力状態管理テーブル400は、図5で詳細を説明する。

#### 【0035】

パケット転送部転送性能管理テーブル410には、パケット中継装置10に備わるパケット転送部50に設定可能な電力状態と、各電力状態におけるパケット転送部50の転送性能との関係が登録される。パケット転送部転送性能管理テーブル410は、図6で詳細を説明する。

#### 【0036】

20

ネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル420には、パケット中継装置10に備わるネットワークインターフェース部60に設定可能な電力状態と、各電力状態におけるネットワークインターフェース部60の転送性能との関係が登録される。ネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル420は、図7で詳細を説明する。

#### 【0037】

各テーブル300～420を説明する前にV R R Pについて説明する。

#### 【0038】

V R R Pでは、パケット中継装置10には、IPアドレスが付与されるIPインターフェース単位で仮想ルータ（仮想中継装置）が設定される。仮想ルータには、仮想ルータ識別子（仮想ルータID）が付与される。パケット中継装置10Aの仮想ルータとパケット中継装置10Bの仮想ルータとの間で同じ仮想ルータIDが付与された仮想ルータ同士は、パケットを実際に中継するマスタ仮想ルータと、通常時にパケットを中継せず異常時にパケットを中継するバックアップ仮想ルータとを構成する。

30

#### 【0039】

仮想ルータがマスタ仮想ルータとして動作するかバックアップ仮想ルータとして動作するかは、ユーザによって設定されたプライオリティによって決定される。ネットワーク1を冗長化するパケット中継装置10は、互いに所定時間毎にV R R Pパケットを送信する。当該V R R Pパケットには、自身に設定された仮想ルータIDと当該仮想ルータのプライオリティとが含まれる。これによって、同じ仮想ルータ同士で、プライオリティが高く設定された仮想ルータがマスタ仮想ルータとして動作すると決定され、プライオリティが低く設定された仮想ルータがバックアップ仮想ルータとして動作すると決定される。

40

#### 【0040】

また、V R R Pパケットを所定時間以上受信しない場合、バックアップ仮想ルータは、マスタ仮想ルータに異常が発生したことを検出し、以降、マスタ仮想ルータとして動作し、パケットを転送する。これによって、マスタ仮想ルータがダウンしてもデータの転送を継続することができる。

#### 【0041】

また、一台のパケット中継装置10内にマスタ仮想ルータとバックアップ仮想ルータとを混在させることによって、二台のパケット中継装置10にデータ転送の負荷を分散することができる。一方、マスタ仮想ルータとバックアップ仮想ルータをパケット中継装置1

50

0 単位で分離させることによって、パケット中継装置 10 の障害に対する信頼性を向上することができる。この場合、パケットを実際に送受信するパケット中継装置 10 をマスタ中継装置といい、障害が発生した場合に動作する予備のパケット中継装置 10 をバックアップ中継装置という。

**【 0 0 4 2 】**

図 4 は、本発明の第 1 実施例の V R R P 管理テーブル 300 の説明図である。

**【 0 0 4 3 】**

V R R P 管理テーブル 300 は、仮想ルータ識別子 302 、仮想ルータの状態 304 、及びプライオリティ 306 を含む。

**【 0 0 4 4 】**

仮想ルータ識別子 302 には、パケット中継装置 10 に設定された仮想ルータに付与された仮想ルータ識別子が登録される。仮想ルータの状態 304 には、仮想ルータがマスタ仮想ルータとして動作しているか、バックアップ仮想ルータとして動作しているかを示す情報が登録される。プライオリティ 306 には、仮想ルータに設定された優先度を示す値が 0 ~ 255 の値が登録される。プライオリティ 306 に登録された値が高ければ高いほど、優先度が高いことを示す。

**【 0 0 4 5 】**

なお、上述したように、ネットワーク 1 を冗長化する各パケット中継装置 10 は、所定時間毎に、仮想ルータ ID とプライオリティとを含む V R R P パケットを送受信するので、他のパケット中継装置 10 の仮想ルータ ID とプライオリティとを把握することができる。これによって、各パケット中継装置 10 の V R R P 管理テーブル 300 には、ネットワーク 1 の経路を冗長化するパケット中継装置 10 に設定された仮想ルータに関する情報も登録される。つまり、パケット中継装置 10 A の V R R P 管理テーブル 300 には、パケット中継装置 10 A に設定された仮想ルータに関する情報の他、パケット中継装置 10 B に設定された仮想ルータに関する情報も登録される。なお、 V R R P パケットのフォーマットは図 8 で詳細を説明する。

**【 0 0 4 6 】**

プロトコル制御部 30 は、 V R R P 管理テーブル 300 を参照し、仮想ルータ識別子 302 に登録された仮想ルータ識別子が同じ仮想ルータのプライオリティ 306 に登録された値を比較して、仮想ルータがマスタ仮想ルータとして動作するか、バックアップ仮想ルータとして動作するかを決定する。具体的には、プロトコル制御部 30 は、仮想ルータ識別子が同じ仮想ルータのうちプライオリティ 306 に登録された値が大きい仮想ルータをマスタ仮想ルータとして動作すると決定し、プライオリティ 306 に登録された値が小さい仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作すると決定する。

**【 0 0 4 7 】**

次に、図 5 ~ 図 7 を参照して、電力制御部 40 が有する各種テーブル 400 ~ 420 の詳細を説明する。

**【 0 0 4 8 】**

図 5 は、本発明の第 1 実施例の電力状態管理テーブル 400 の説明図である。

**【 0 0 4 9 】**

電力状態管理テーブル 400 は、構成要素 402 、最大転送性能 404 、及び電力状態 406 を含む。

**【 0 0 5 0 】**

構成要素 402 には、パケット中継装置 10 に備わる電力状態を制御可能な要素（パケット転送部 50 及びネットワークインタフェース部 60 ）の識別子が登録される。最大転送性能 404 には、構成要素 402 に登録された識別子によって識別される要素の電力状態 406 に登録された電力状態での最大の転送性能が登録される。電力状態 406 には、構成要素 402 に登録された識別子によって識別される要素の現在の電力状態が登録される。

**【 0 0 5 1 】**

10

20

30

40

50

図6は、本発明の第1実施例のパケット転送部転送性能管理テーブル410の説明図である。

**【0052】**

パケット転送部転送性能管理テーブル410は、電力状態412、及び転送性能414を含む。

**【0053】**

電力状態412には、パケット転送部50に設定可能な全ての電力状態が登録される。転送性能414には、各電力状態におけるパケット転送部50の転送性能が登録される。

**【0054】**

本実施例では、パケット転送部50は、「high」、「highMinus」、「low」、「lowMinus」、及び「softoff」の五つの電力状態を設定可能である。例えば、「high」は、省電力機能を有効にせず消費電力及び転送性能が最大となる電力状態である。「highMinus」は、「high」の次に消費電力及び転送性能が高い電力状態である。同様に、「low」、「lowMinus」、「softoff」の順に消費電力及び転送性能が高い。なお、「softoff」はパケット転送部50に消費電力が「0」で転送性能も「0」である電力状態である。10

**【0055】**

このように、消費電力が高ければ転送性能も高くなり、消費電力が低ければ転送性能も低くなる。

**【0056】**

図7は、本発明の第1実施例のネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル420の説明図である。20

**【0057】**

ネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル420は、電力状態422、及び転送性能424を含む。

**【0058】**

電力状態422には、ネットワークインターフェース部60に設定可能な全ての電力状態が登録される。転送性能424には、各電力状態におけるネットワークインターフェース部60の転送性能が登録される。

**【0059】**

なお、ネットワークインターフェース部60に設定可能な電力状態は、パケット転送部50に設定可能な電力状態と同じであるので、説明を省略する。

**【0060】**

図8は、本発明の第1実施例のVRRPパケットのフォーマットの説明図である。

**【0061】**

VRRPパケットは、バージョン902、タイプ904、仮想ルータ識別子906、プライオリティ908、カウントIPアドレス910、認証タイプ912、アドバタイズメント・インターバル914、チェックサム916、パケット転送部転送性能918、パケット転送部振分指標920、ネットワークインターフェース部転送性能922、及びネットワークインターフェース部振分指標924を含む。40

**【0062】**

バージョン902には、VRRPのバージョンが格納される。タイプ904には、「1」又は「2」の値が格納される。タイプ904に「1」が格納されているVRRPパケットは、所定時間毎に送信され、仮想ルータのプライオリティを通知するためのADVERTISEMENTパケットを示す。また、タイプ904に「2」が格納されているVRRPパケットは、マスタ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の少なくとも一つの電力状態が変更された場合に送信され、マスタ中継装置の転送性能をバックアップ中継装置へ通知するためのSYNC\_POWER\_STATEパケットを示す。

**【0063】**

仮想ルータ識別子906には、パケット中継装置10に設定された仮想ルータに付与さ

50

れた仮想ルータ識別子が格納される。パケット中継装置10は、仮想ルータ識別子906に格納された仮想ルータ識別子によって、他のパケット中継装置10に設定された仮想ルータと自身に設定された仮想ルータとの対応関係を認識する。プライオリティ908には、仮想ルータに設定されたプライオリティを示す0～255の値が格納される。

#### 【0064】

カウントIPアドレス910には、タイプ904に「1」が格納されている場合、VRPパケットで広告するIPアドレス数が格納される。一方、タイプ904に「2」が格納されている場合、カウントIPアドレス910には、マスタ中継装置として動作するパケット中継装置10Aに備わるパケット転送部50の合計転送性能と、ネットワークインターフェース部60の合計転送性能と、バックアップ中継装置として動作するパケット中継装置10Bにおけるパケット転送部50の合計転送性能の割り当て方式を示すパケット転送部割当指標と、バックアップ中継装置として動作するパケット中継装置10Bにおけるネットワークインターフェース部60の合計転送性能の割り当て方式を示すネットワークインターフェース部割当指標と、を合計した「4」が格納される。  
10

#### 【0065】

認証タイプ912には、VRRPパケットを認証するための識別子が格納される。アドバタイズメント・インターバル914にはVRRPパケットの送信間隔を指定するための0～255の値が格納される。チェックサム916には、VRRPパケットのデータ誤りを検出するためのチェックサムが格納される。

#### 【0066】

以下、パケット転送部転送性能918～ネットワークインターフェース部振分指標924について説明する。  
20

#### 【0067】

タイプ904に「1」が格納されたVRRPパケットのこれらの領域には、VRRPパケットで広告するIPアドレスが格納される。

#### 【0068】

タイプ904に「2」が格納されたVRRPパケットのこれらの領域には、パケット転送部転送性能918～ネットワークインターフェース部振分指標924が格納される。

#### 【0069】

パケット転送部転送性能918には、マスタ中継装置10Aに備わるパケット転送部50の転送性能の合計値が格納される。パケット転送部振分指標920には、マスタ中継装置10Aに備わるパケット転送部50の転送性能の合計値をバックアップ中継装置10Bのパケット転送部50に割り当てる方式を示す値が格納される。  
30

#### 【0070】

ネットワークインターフェース部転送性能922には、マスタ中継装置10Aに備わるネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値が格納される。ネットワークインターフェース部振分指標924には、マスタ中継装置10Aに備わるネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値を、バックアップ中継装置10Bのネットワークインターフェース部60に割り当てる方式を示した値が格納される。

#### 【0071】

バックアップ中継装置10Bにおけるパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の転送性能の割当方式には第1方式と第2方式がある。  
40

#### 【0072】

第1方式では、例えばパケット転送部50の転送性能の合計値をバックアップ中継装置10Bに備わるパケット転送部50に均等に割り当てるロードバランシング方式である。第2方式では、バックアップ中継装置10Bにおける省電力効果が最も高くなるよう、例えばパケット転送部50の転送性能の合計値を、バックアップ中継装置10Bに備わる特定のパケット転送部50に片寄せして割り当てるアグリゲート方式である。なお、ネットワークインターフェース部60の第1方式及び第2方式は、上述したパケット転送部50の第1方式及び第2方式と同様であるので、説明を省略する。  
50

**【0073】**

パケット中継装置10は、タイプ904に「1」が格納されたVRRPパケットを受信した場合、受信したVRRPパケットの全ての領域902～924を読み取る。

**【0074】**

パケット中継装置10は、タイプ904に「2」が格納されたVRRPパケットを受信した場合、電力状態の変更に関係ない領域(仮想ルータ識別子906、プライオリティ908、カウントIPアドレス910、及びアドバタイズメント・インターバル914)を読み取らなくてもよい。

**【0075】**

以上によって、VRRPを用いてネットワーク1を冗長化するパケット中継装置10の間で送受信されるVRRPパケットを使用して、マスタ中継装置10Aの電力状態の変更をバックアップ中継装置10Bに通知することができる。10

**【0076】**

図9は、本発明の第1実施例のプロトコル制御部30によるマスター・バックアップ決定処理のフローチャートである。

**【0077】**

マスター・バックアップ決定処理はパケット中継装置10A及び10Bが通信可能となつたタイミングで、各パケット中継装置10A及び10Bのプロトコル制御部30によって実行される。

**【0078】**

ユーザは、パケット中継装置10を冗長化するために、事前にパケット中継装置10にコンフィグレーションを設定する。コンフィグレーションには、当該パケット中継装置10に設定される仮想ルータの仮想ルータ識別子と仮想ルータのプライオリティとが含まれる。また、パケット中継装置10は、他方のパケット中継装置10からVRRPパケットを受信する。VRRPパケットには、上述したように、他方のパケット中継装置10に設定された仮想ルータの仮想ルータ識別子と仮想ルータのプライオリティとが含まれる。20

**【0079】**

プロトコル制御部30は、パケット中継装置10がユーザによるコンフィグレーションの設定を受け付け、他方のパケット中継装置10からVRRPパケットを受信した場合、VRRP管理テーブル300を生成する(S101)。30

**【0080】**

具体的には、プロトコル制御部30は、VRRP管理テーブル300の仮想ルータ識別子302にコンフィグレーションに含まれる仮想ルータ識別子を登録し、プライオリティ306にコンフィグレーションに含まれるプライオリティを登録する。また、プロトコル制御部30は、VRRP管理テーブル300の仮想ルータ識別子302に受信したVRRPパケットに含まれる仮想ルータ識別子を登録し、プライオリティ306に受信したVRRPパケットに含まれるプライオリティを登録する。

**【0081】**

そして、プロトコル制御部30は、VRRP管理テーブル300で、仮想ルータ識別子302に登録された仮想ルータ識別子が一致するレコード同士のプライオリティ306に登録されたプライオリティを比較する。プロトコル制御部30は、プライオリティが高い方の仮想ルータをマスター仮想ルータとして動作すると決定し、プライオリティが高い方のレコードの仮想ルータの状態304に「MASTER」を登録する。一方、プロトコル制御部30は、プライオリティが低い方の仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作すると決定し、プライオリティが低い方のレコードの仮想ルータの状態304に「BACKUP」を登録する。40

**【0082】**

次に、プロトコル制御部30は、VRRP管理テーブル300を参照し、自身を有するパケット中継装置10に設定された仮想ルータのうちマスター仮想ルータとして動作する仮想ルータの数を算出する(S102)。プロトコル制御部30は、自身を有するパケット

1020304050

中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータの数からマスタ仮想ルータの数を減算することによって、当該パケット中継装置 10 に設定されたバックアップ仮想ルータの数を算出できる。

#### 【 0 0 8 3 】

次に、プロトコル制御部 30 は、マスタ仮想ルータの数がバックアップ仮想ルータの数より大きいか否かを判定する (S 1 0 3)。

#### 【 0 0 8 4 】

S 1 0 3 の処理で、マスタ仮想ルータの数がバックアップ仮想ルータの数より大きいと判定された場合 (S 1 0 3 : Yes)、プロトコル制御部 30 は、自身を有するパケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータをマスタ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置をマスタ中継装置として動作させることを決定し (S 1 0 4)、マスタ - バックアップ決定処理を終了する。10

#### 【 0 0 8 5 】

一方、S 1 0 3 の処理で、マスタ仮想ルータの数がバックアップ仮想ルータの数以下であると判定された場合 (S 1 0 3 : No)、プロトコル制御部 30 は、マスタ仮想のルータの数とバックアップ仮想ルータの数とが等しいか否かを判定する (S 1 0 5)。

#### 【 0 0 8 6 】

S 1 0 5 の処理で、マスタ仮想のルータの数とバックアップ仮想ルータの数とが等しいと判定された場合 (S 1 0 5 : Yes)、プロトコル制御部 30 は、自身を有するパケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータを、最小となる仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータの状態と同じ状態に遷移させ、当該パケット中継装置 10 をマスタ中継装置又はバックアップ中継装置として動作させることを決定し (S 1 0 6)、マスタ - バックアップ決定処理を終了する。20

#### 【 0 0 8 7 】

具体的には、最小となる仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータがマスタ仮想ルータとして動作していれば、プロトコル制御部 30 は、パケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータをマスタ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置 10 をマスタ中継装置として動作させる。一方、最小となる仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータがバックアップ仮想ルータとして動作していれば、プロトコル制御部 30 は、パケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置 10 をバックアップ中継装置として動作させる。30

#### 【 0 0 8 8 】

なお、最小となる仮想ルータ識別子とは、仮想ルータ識別子を構成するアルファベット又は数字を昇順に並べた場合に最も上にある仮想ルータ識別子である。

#### 【 0 0 8 9 】

また、S 1 0 6 の処理では、パケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータの状態を、最小となる仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータの状態に遷移させることに限定されず、任意の一つの仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータの状態に遷移させればよい。この場合、パケット中継装置 10 A 及び 10 B が同じ状態で動作することを防止するために、換言すれば、例えば、パケット中継装置 10 A 及び 10 B がどちらもマスタ中継装置として動作することを防止するために、パケット中継装置 10 A 及び 10 B では、同じ仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータの状態に遷移させる必要がある。40

#### 【 0 0 9 0 】

一方、S 1 0 5 の処理で、マスタ仮想のルータの数とバックアップ仮想ルータの数とが等しくないと判定された場合 (S 1 0 5 : No)、マスタ仮想ルータの数がバックアップ仮想ルータの数より小さいので、プロトコル制御部 30 は、自身を有するパケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置をバックアップ中継装置として動作させることを決定し (S 1 0 7)、マスタ - バックアップ決定処理を終了する。50

**【0091】**

なお、パケット中継装置10A及び10Bで同じ処理が実行されるので、例えば、パケット中継装置10Aがマスタ中継装置として動作する場合には、パケット中継装置10Bがバックアップ中継装置として動作することになる。

**【0092】**

以上によって、マスタ仮想ルータとして動作する仮想ルータとバックアップ仮想ルータとして動作する仮想ルータとが一つパケット中継装置10に混在する場合であっても、ユーザによって設定された仮想ルータのプライオリティに基づいて、当該パケット中継装置10をマスタ中継装置又はバックアップ中継装置として動作することを決定することができる。

10

**【0093】**

図10は、本発明の第1実施例のプロトコル制御部30によるマスタ-バックアップ決定処理の変形例のフローチャートである。なお、図10に示す処理のうち図9に示す処理と同じ処理は、同じ符号を付与し、説明を省略する。

**【0094】**

図9では、プロトコル制御部30は、マスタ仮想ルータ又はバックアップ仮想ルータの数に基づいて、自身を有するパケット中継装置10がマスタ中継装置として動作するか、バックアップ中継装置として動作するかを決定したが、図10では、仮想ルータのプライオリティの合計値に基づいて、自身を有するパケット中継装置10がマスタ中継装置として動作するか、バックアップ中継装置として動作するかを決定する。

20

**【0095】**

S101の処理でVRRP管理テーブルが生成された後、プロトコル制御部30は、VRRP管理テーブル300を参照し、各パケット中継装置10に設定された仮想ルータのプライオリティの合計値を算出する(S202)。説明を簡略化するために、当該プロトコル制御部30を有するパケット中継装置10に設定された仮想ルータのプライオリティの合計値を第1合計値とし、他方のパケット中継装置10に設定された仮想ルータのプライオリティの合計値を第2合計値とする。

**【0096】**

次に、プロトコル制御部30は、第1合計値が第2合計値より大きいか否かを判定する(S203)。

30

**【0097】**

S203の処理で、第1合計値が第2合計値より大きいと判定された場合(S203: Yes)、S104の処理に進み、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10に設定された全ての仮想ルータをマスタ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置をマスタ中継装置として動作させることを決定し、マスタ-バックアップ決定処理を終了する。

**【0098】**

S203の処理で、第1合計値が第2合計値以下であると判定された場合(S203: No)、プロトコル制御部30は、第1合計値と第2合計値とが等しいか否かを判定する(S205)。

40

**【0099】**

S205の処理で、第1合計値と第2合計値とが等しいと判定された場合(S205: Yes)、S106の処理に進み、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10に設定された全ての仮想ルータを、最小となる仮想ルータ識別子によって識別される仮想ルータの状態と同じ状態に遷移させ、当該パケット中継装置10をマスタ中継装置又はバックアップ中継装置として動作させることを決定し、マスタ-バックアップ決定処理を終了する。

**【0100】**

一方、S205の処理で、第1合計値と第2合計値とが等しくないと判定された場合(S205: No)、第1合計値が第2合計値より小さいので、S107の処理に進み、ブ

50

ロトコル制御部 30 は、自身を有するパケット中継装置 10 に設定された全ての仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置をバックアップ中継装置として動作させることを決定し、マスタ - バックアップ決定処理を終了する。

#### 【 0 1 0 1 】

以上によって、パケット中継装置 10 は、仮想ルータのプライオリティの合計値に基づいて、自身をマスタ中継装置として動作するか、バックアップ中継装置として動作するかを決定することができる。

#### 【 0 1 0 2 】

なお、図 9 及び図 10 に示すマスタ - バックアップ決定処理は、ユーザによって設定された仮想ルータのプライオリティに基づいて、パケット中継装置 10 をマスタ中継装置として動作するか、バックアップ中継装置として動作するかを決定するという点で共通する。  
10

#### 【 0 1 0 3 】

図 11 は、本発明の第 1 実施例の電力制御部 40 による電力状態変更通知処理のフロー  
チャートである。

#### 【 0 1 0 4 】

電力状態変更通知処理は、マスタ中継装置として動作するパケット中継装置 10 の電力  
制御部 40 によって実行される。電力状態変更通知処理は、マスタ中継装置が、自身に備  
わるパケット転送部 50 の電力状態及びネットワークインターフェース部 60 の電力状態の  
少なくとも一つが変更された場合、バックアップ中継装置の電力状態を変更させるために  
、電力状態の変更後のパケット転送部 50 の転送性能及びネットワークインターフェース部  
60 の転送性能をバックアップ中継装置に通知する処理である。  
20

#### 【 0 1 0 5 】

まず、電力制御部 40 は、パケット転送部 50 及びネットワークインターフェース部 60  
に設定された現在の電力状態を電力状態管理テーブル 400 の電力状態 406 に登録し、  
パケット転送部 50 及びネットワークインターフェース部 60 に設定された現在の電力状態  
に対応する転送性能を電力状態管理テーブル 400 の最大転送性能 404 に登録する (S  
111)。

#### 【 0 1 0 6 】

次に、電力制御部 40 は、パケット転送部 50 及びネットワークインターフェース部 60  
の電力状態を監視する (S112)。そして、電力制御部 40 は、監視結果となるパケッ  
ト転送部 50 の電力状態及びネットワークインターフェース部 60 の電力状態の少なくとも  
一つが、電力状態管理テーブル 400 のパケット転送部 50 及びネットワークインターフェ  
ース部 60 の電力状態から変更された否かを判定する (S113)。なお、説明を簡略化  
するために、電力状態が変更されたパケット転送部 50 及びネットワークインターフェース  
部 60 の少なくとも一つを、電力状態が変更された電力状態制御対象という。  
30

#### 【 0 1 0 7 】

S113 の処理で、パケット転送部 50 の電力状態及びネットワークインターフェース部  
60 の電力状態の少なくとも一つが変更されていると判定された場合 (S113 : Yes)  
、電力制御部 40 は、パケット転送部転送性能管理テーブル 410 及びネットワークイ  
ンターフェース部転送性能管理テーブル 420 のうち、電力状態が変更された電力状態制御  
対象に対応するテーブルを参照し、変更後の電力状態に対応する転送性能を算出し、電力  
状態管理テーブル 400 の電力状態が変更された電力状態制御対象に対応するレコードの  
最大転送性能 404 及び電力状態 406 を更新し (S114)、S115 の処理に進む。  
40

#### 【 0 1 0 8 】

具体的には、電力制御部 40 は、パケット転送部 50 の電力状態が変更された場合、パ  
ケット転送部転送性能管理テーブル 410 を参照し、パケット転送部 50 の変更後の電力  
状態に対応する転送性能を算出する。そして、電力制御部 40 は、電力状態管理テーブル  
400 の電力状態が変更されたパケット転送部 50 のレコードの最大転送性能 404 に算  
出した転送性能を登録し、当該レコードの電力状態 406 に変更後の電力状態を登録する  
50

。

### 【0109】

また、電力制御部40は、ネットワークインターフェース部60の電力状態が変更された場合、ネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル420を参照し、変更後の電力状態に対応するネットワークインターフェース部60の転送性能を算出する。そして、電力制御部40は、電力状態管理テーブル400の電力状態が変更されたネットワークインターフェース部60のレコードの最大転送性能404に算出した転送性能を登録し、当該レコードの電力状態406に変更後の電力状態を登録する。

### 【0110】

一方、S113の処理で、パケット転送部50の電力状態及びネットワークインターフェース部60の電力状態が変更されていないと判定された場合(S113:No)、S112の処理に戻る。

### 【0111】

次に、電力制御部40は、電力状態管理テーブル400に登録されたパケット転送部50の転送性能の合計値を算出し、算出したパケット転送部50の転送性能の合計値をVRPパケットのパケット転送部転送性能918に格納する。また、電力制御部40は、電力状態管理テーブル400に登録されたネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値を算出し、算出したネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値をVRPパケットのネットワークインターフェース部転送性能922に格納する(S115)。

### 【0112】

次に、電力制御部40は、ユーザによって設定されたコンフィグレーションに含まれるパケット転送部50の転送性能の振分指標をVRRPパケットのパケット転送部振分指標920に格納し、コンフィグレーションに含まれるネットワークインターフェース部60の転送性能の振分指標をVRRPパケットのネットワークインターフェース部振分指標924に格納する(S116)。

### 【0113】

次に、電力制御部40は、VRRPパケットのタイプ904に「2」を格納し(S117)、VRRPパケットをバックアップ中継装置として動作するパケット中継装置10に送信し、電力状態変更通知処理を終了する。

### 【0114】

図12は、本発明の第1実施例の電力制御部40による省電力化処理のフローチャートである。

### 【0115】

省電力化処理は、バックアップ中継装置として動作するパケット中継装置10がVRRPパケットを受信した場合に、当該パケット中継装置10の電力制御部40によって実行される。

### 【0116】

まず、電力制御部40は、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60に設定された現在の電力状態を電力状態管理テーブル400の電力状態406に登録し、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60に設定された現在の電力状態に対応する転送性能を電力状態管理テーブル400の最大転送性能404に登録する(S121)。

### 【0117】

次に、電力制御部40は、受信したVRRPパケットのタイプ904に「1」が格納されているか否かを判定する(S122)。

### 【0118】

S122の処理で、受信したVRRPパケットのタイプ904に「1」が格納されていると判定された場合(S122:Yes)、バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を変更する必要がないので、省電力化処理を終了する。

10

20

30

40

50

## 【0119】

一方、S122の処理で、受信したVRRPパケットのタイプ904に「1」が格納されていないと判定された場合(S122:No)、つまり、タイプ904に「2」が格納されている場合、電力制御部40は、受信したVRRPパケットのパケット転送部転送性能918に格納された転送性能及びネットワークインターフェース部転送性能922に格納された転送性能を満たすように、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を決定する電力状態決定処理を実行する(S123)。電力状態決定処理は、図13で詳細を説明する。

## 【0120】

次に、電力制御部40は、S123の処理で決定されたパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態が、電力状態管理テーブル400に登録された電力状態から変更されているか否かを判定する(S124)。

10

## 【0121】

S123の処理で決定されたパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態が、電力状態管理テーブル400に登録された電力状態から変更されていると、S124の処理で判定された場合(S124:Yes)、電力制御部40は、S123の処理で決定された電力状態に、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を変更するように、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60に指示し(S125)、省電力化処理を終了する。

## 【0122】

20

一方、S123の処理で決定されたパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態が、電力状態管理テーブル400に登録された電力状態から変更されないと、S124の処理で判定された場合(S124:No)、バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を変更する必要がないので、省電力化処理を終了する。

## 【0123】

図13は、本発明の第1実施例の電力制御部40による電力状態決定処理のフローチャートである。

## 【0124】

まず、電力制御部40は、受信したVRRPパケットのパケット転送部振分指標920にロードバランシング方式を示す値が登録されているか否かを判定する(S131)。

30

## 【0125】

S131の処理で、受信したVRRPパケットのパケット転送部振分指標920にロードバランシング方式を示す値が登録されていると判定された場合(S131:Yes)、電力制御部40は、受信したVRRPパケットのパケット転送部転送性能918に格納された転送性能の合計値を、バックアップ中継装置として動作するパケット中継装置10が有するパケット転送部50に、各パケット転送部50の最大転送性能範囲内で均等に割り当て(S132)、S134の処理に進む。なお、パケット転送部50の最大転送性能とは、パケット転送部50の電力状態が「high」である場合の転送性能である。

## 【0126】

40

一方、S131の処理で、受信したVRRPパケットのパケット転送部振分指標920にロードバランシング方式を示す値が登録されていないと判定された場合(S131:No)、パケット転送部振分指標920にアグリゲート方式を示す値が登録されているので、電力制御部40は、受信したVRRPパケットのパケット転送部転送性能918に格納された転送性能の合計値を特定の優先順序でパケット転送部50に割り当て(S133)、S134の処理に進む。具体的には、電力制御部40は、VRRPパケットのパケット転送部転送性能918に格納された転送性能の合計値を、優先順序が最も高いパケット転送部50が最大転送性能まで割り当て、当該合計値が未だ存在する場合には、優先順序が次ぎに高いパケット転送部50に転送性能を割り当てる。

## 【0127】

50

次に、電力制御部40は、パケット転送部転送性能管理テーブル410を参照し、S132の処理又はS133の処理で割り当てられた転送性能を満たすパケット転送部50の電力状態を決定し(S134)、電力状態決定処理を終了する。

#### 【0128】

図13では、パケット転送部50の電力状態を決定する処理について説明したが、ネットワークインターフェース部60の電力状態も図13と同様の処理で決定することができるるので、説明を省略する。

#### 【0129】

以上によって、本実施例では、マスタ中継装置は、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の少なくとも一つの電力状態が変更された場合、変更後の電力状態におけるパケット転送部50の転送性能及びネットワークインターフェース部60の転送性能を、バックアップ中継装置に送信する。バックアップ中継装置は、転送性能が通知されると、通知された転送性能を満たすように、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を変更する。これによって、バックアップ中継装置は、マスタ中継装置の電力状態変更後の転送性能を満たしつつ、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を変更できるので、マスタ中継装置に異常が発生した場合のパケットロスを防止しつつ、バックアップ中継装置の消費電力を低減できる。10

#### 【0130】

また、本実施例では、一つのパケット中継装置10に設定された仮想ルータにマスタ仮想ルータとバックアップ仮想ルータとが混在する場合であっても、パケット中継装置10は、仮想ルータのプライオリティに基づいて、自身がマスタ中継装置として動作するか、バックアップ中継装置として動作するかを決定する。これによって、ユーザによって仮想ルータに設定されたプライオリティを反映して、パケット中継装置10がマスタ中継装置として動作するか、バックアップ中継装置として動作するかを決定することができる。20

#### 【0131】

また、本実施例では、マスタ中継装置から通知される転送性能の通知には、バックアップ中継装置におけるパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60への転送性能の割り当て方式がロードバランシング方式であるかアグリゲート方式であるかを特定する情報が含まれ、バックアップ中継装置は、転送性能の通知に含まれる方式で転送性能をパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60に割り当て、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を決定する。バックアップ中継装置10の構成によって、ロードバランシング方式を採用した方が省電力化できるか、アグリゲート方式を採用した方が省電力化できるかが異なるので、ユーザは、バックアップ中継装置10の構成に合わせて効率良く省電力化できる方式を選択することができる。30

#### 【0132】

さらに、本実施例では、VRRPで冗長化されたパケット中継装置10間で送受信される既存のVRRPパケットのフォーマットを用いて、マスタ中継装置からバックアップ中継装置へ転送性能を通知するので、本実施例をVRRPに対応する既存のパケット中継装置10に適用させることができる。

#### 【0133】

##### (第2実施例)

第2実施例を、図14及び図15を用いて説明する。本実施例では、少なくとも三つ以上のパケット中継装置10によってネットワーク1を冗長化し、一つのマスタ中継装置と複数のバックアップ中継装置とが存在する場合、複数のバックアップ中継装置のうち少なくとも一つのバックアップ中継装置を消費電力が最小の電力状態となる予備バックアップ中継装置として設定する。これによって、三つ以上のパケット中継装置10によってネットワーク1を冗長化する場合、第1実施例の方式ですべてのバックアップ中継装置を動作させるよりパケット中継装置10を省電力化することができる。

#### 【0134】

図14は、本発明の第2実施例のネットワーク1の構成図である。図14に示すネット40

50

ワーク1の構成のうち図1に示すネットワークの構成と同じ構成は、同じ符号を付与し説明を省略する。

**【0135】**

図14では、ネットワーク1は、三つのパケット中継装置10A～10Cによって冗長化される。パケット中継装置10Aはマスタ中継装置として動作し、パケット中継装置10B及び10Cはバックアップ中継装置として動作する。

**【0136】**

これによって、マスタ中継装置として動作するパケット中継装置10Aに異常が発生しても、パケット中継装置10B及び10Cによってネットワーク1を冗長化できるので、一つのパケット中継装置10に異常が発生しても、通信の信頼性を維持することができる。  
。

**【0137】**

図15は、本発明の第2実施例のプロトコル制御部30によるマスタ-バックアップ決定処理のフローチャートである。なお、図15に示す処理のうち図9及び図10に示す処理と同じ処理は、同じ符号を付与し、説明を省略する。

**【0138】**

S101の処理でVRRP管理テーブルが生成された後、S202の処理で、プロトコル制御部30は、各パケット中継装置10に設定された仮想ルータのプライオリティの合計値を算出する。

**【0139】**

次に、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値と、他のパケット中継装置10のプライオリティの合計値とを比較し、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値が最小であるか否かを判定する(S153)。

**【0140】**

S153の処理で、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値が最小であると判定された場合(S153: Yes)、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10に設定された全ての仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置を予備バックアップ中継装置として動作させることを決定し(S154)、マスタ-バックアップ決定処理を終了する。

**【0141】**

予備バックアップ中継装置は、パケットを中継しないバックアップ中継装置の一種であり、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態が最小の消費電力となる電力状態に遷移される点で、第1実施例で説明したバックアップ中継装置と異なる。S154の処理で予備バックアップ中継装置として動作させることが決定された場合、電力制御部40は、自身を有するパケット中継装置10に備わるパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を消費電力が最小となる電力状態(soffoff)に遷移させる。

**【0142】**

一方、S153の処理で、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値が最小でないと判定された場合(S153: No)、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値が最大であるか否かを判定する(S155)。

**【0143】**

S155の処理で、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値が最大であると判定された場合(S155: Yes)、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10に設定された全ての仮想ルータをマスタ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置をマスタ中継装置として動作させることを決定し(S156)、マスタ-バックアップ決定処理を終了する。

**【0144】**

10

20

30

40

50

一方、S155の処理で、自身を有するパケット中継装置10のプライオリティの合計値が最大でないと判定された場合(S155:No)、プロトコル制御部30は、自身を有するパケット中継装置10に設定された全ての仮想ルータをバックアップ仮想ルータとして動作させ、当該パケット中継装置を通常のバックアップ中継装置として動作させることを決定し(S157)、マスタ-バックアップ決定処理を終了する。ここで、通常のバックアップ中継装置とは、第1実施例のバックアップ中継装置を示す。

#### 【0145】

以上によって、ユーザによって設定された仮想ルータのプライオリティに基づいて、パケット中継装置10が、マスタ中継装置、通常のバックアップ中継装置、及び予備バックアップ中継装置のいずれか一つとして動作することを決定する。これによって、ユーザは10、例えば、予備バックアップ中継装置として動作させたいパケット中継装置10の仮想ルータのプライオリティを低く設定することによって、意図したパケット中継装置10を予備バックアップ中継装置として動作させることができる。

#### 【0146】

なお、パケット中継装置10が四つ以上である場合には、仮想ルータのプライオリティの合計値が最大のパケット中継装置10をマスタ中継装置として動作させ、仮想ルータのプライオリティの合計値が二番目に大きいパケット中継装置10を通常のバックアップ中継装置として動作させ、その他のパケット中継装置10を予備バックアップ中継装置として動作させればよい。

#### 【0147】

次に、マスタ中継装置に異常が発生した場合の通常のバックアップ中継装置及び予備バックアップ中継装置の動作について説明する。

#### 【0148】

通常のバックアップ中継装置は、マスタ中継装置から所定時間毎に送信されるVRRPパケットを所定時間以上受信しないことによって、マスタ中継装置に異常が発生したことを検出する。この場合、通常のバックアップ中継装置は、予備バックアップ中継装置に異常が発生したことを通知し、予備バックアップ中継装置を起動させるための障害通知(例えば、WOL(Wake On Lan)パケット)を送信する。なお、障害通知は、通常のバックアップ中継装置のパケット転送部50の転送性能の合計値、及びネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値を含む。

#### 【0149】

予備バックアップ中継装置は、障害通知を受信した場合、パケット転送部50の電力状態を、障害通知に含まれるパケット転送部50の転送性能の合計値を満たすように変更するとともに、ネットワークインターフェース部60の電力状態を、障害通知に含まれるネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値を満たすように変更する。

#### 【0150】

以上、本実施例によれば、三つ以上のパケット中継装置10によってネットワーク1が冗長化された場合、少なくとも一つ以上のパケット中継装置10を予備バックアップ中継装置に設定するので、省電力化向上させることができる。

#### 【0151】

また、バックアップ中継装置がパケット転送部50の転送性能の合計値、及びネットワークインターフェース部60の転送性能の合計値を含む障害通知を送信するので、予備バックアップ中継装置は、バックアップ中継装置の転送性能を満たすようにパケット転送部50の及びネットワークインターフェース部60の電力状態を決定できる。

#### 【0152】

##### (第3実施例)

本実施例では、第1実施例のように、二つのパケット中継装置10によってネットワーク1が冗長化される場合において、バックアップ中継装置として動作すると決定されたパケット中継装置10に備わるパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を消費電力が最小となる電力状態に決定する。これによって、パケット中継装

10

20

30

40

50

置10をさらに省電力化することができる。

#### 【0153】

第2実施例では、予備バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態はsoftoffに設定されたが、本実施例では、バックアップ中継装置がマスタ中継装置に異常が発生したことを検出する必要がある。バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態はsoftoffに設定されると、バックアップ中継装置はマスタ中継装置から送信されるVRRPパケットを受信することができず、マスタ中継装置に異常が発生したことを検出できない。

#### 【0154】

このため、本実施例では、バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態を、マスタ中継装置からのパケットを受信可能であって、かつ消費電力が最小となる電力状態(lowminus)に設定する。本実施例においては、この電力状態lowminusが、消費電力が最小となる電力状態となる。

#### 【0155】

次に、パケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態が最小の消費電力となる電力状態に設定されたバックアップ中継装置におけるパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態の変更について説明する。バックアップ中継装置の電力状態の変更には、第1方式及び第2方式がある。

#### 【0156】

第1方式では、バックアップ中継装置は、マスタ中継装置の電力状態が変更された場合にマスタ中継装置から送信されるVRRPパケットを受信する毎に、受信したVRRPパケットに含まれるパケット転送部転送性能918に格納された転送性能を満たすように、パケット転送部振分指標920に基づいてパケット転送部50の電力状態を決定し、受信したVRRPパケットに含まれるネットワークインターフェース部転送性能922に格納された転送性能を満たすように、ネットワークインターフェース部振分指標924に格納された振分指標に基づいてネットワークインターフェース部60の電力状態を決定する。

#### 【0157】

第2方式では、バックアップ中継装置は、マスタ中継装置に異常が発生したことを検出した場合、最後に受信したVRRPパケットに含まれるパケット転送部転送性能918に格納された転送性能を満たすように、パケット転送部振分指標920に格納された振分指標に基づいてパケット転送部50の電力状態を決定し、受信したVRRPパケットに含まれるネットワークインターフェース部転送性能922に格納された転送性能を満たすように、ネットワークインターフェース部振分指標924に格納された振分指標に基づいてネットワークインターフェース部60の電力状態を決定する。

#### 【0158】

第1方式では、バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60は、マスタ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の転送性能を満たしているので、マスタ中継装置に異常が発生した場合であっても、バックアップ中継装置にパケットロスが発生しない。

#### 【0159】

第2方式では、マスタ中継装置に異常が発生した時点では、バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60は、マスタ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の転送性能を満たしていないので、バックアップ中継装置にパケットロスが発生する可能性がある。しかし、第2方式では、マスタ中継装置に異常が発生するまで、バックアップ中継装置のパケット転送部50及びネットワークインターフェース部60の電力状態は最小の消費電力となる電力状態に維持されるので、第1方式より省電力化できる。

#### 【0160】

10

20

30

40

50

本発明の冗長化プロトコルは V R R P に限定されず V R R P 以外の冗長化プロトコルにも適用可能である。また、三つ以上のパケット中継装置 10 を冗長化させた場合にも適用可能である。

#### 【 0 1 6 1 】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることも可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

10

#### 【 0 1 6 2 】

また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、S S D (Solid State Drive) 等の記録装置、または、I C カード、S D カード、D V D 等の記録媒体に置くことができる。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 6 3 】

1 0 、 1 1 ... パケット中継装置

20

2 0 ... 装置制御部

3 0 ... プロトコル制御部

4 0 ... 電力制御部

5 0 ... パケット転送部

6 0 ... ネットワークインターフェース部

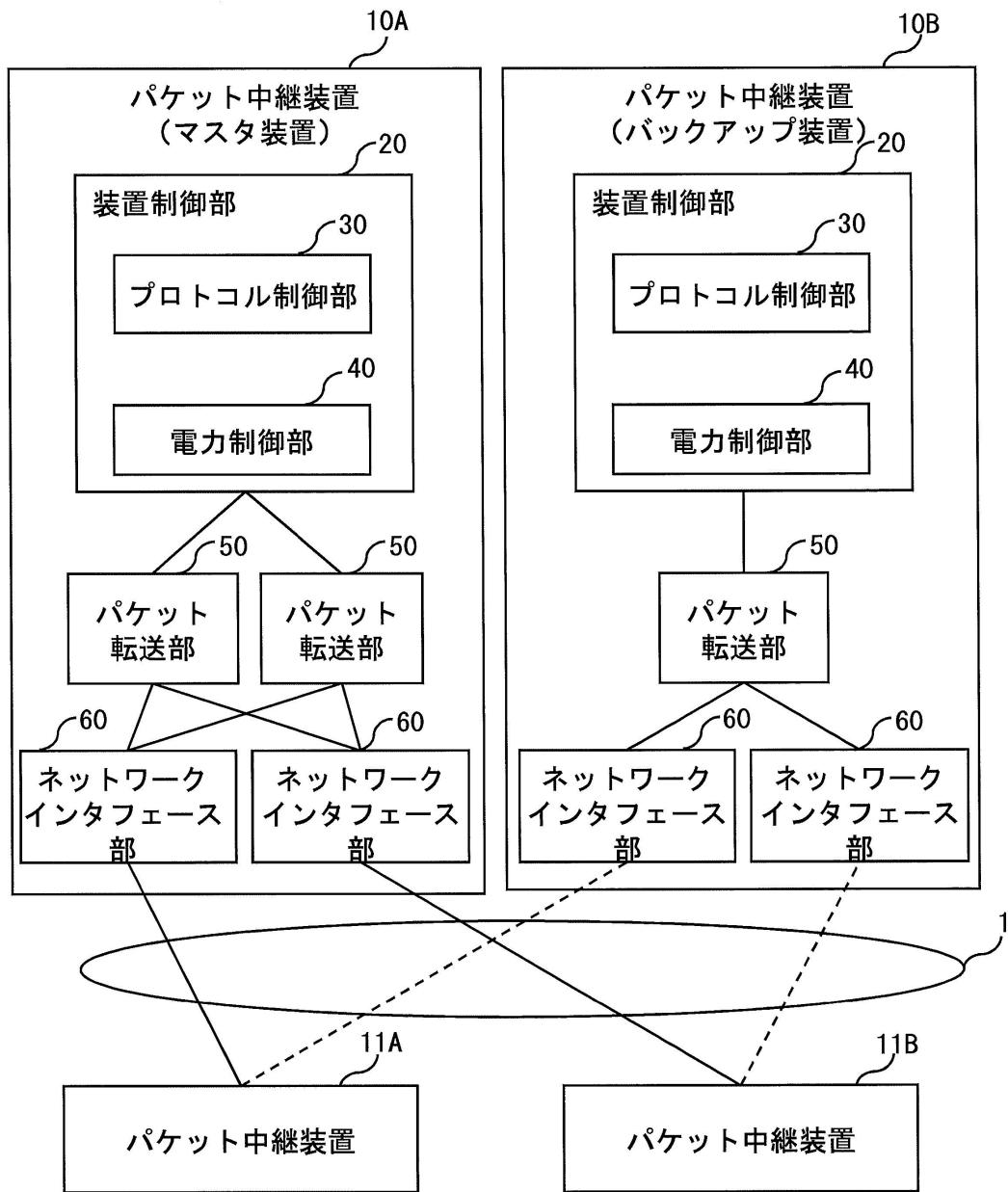
3 0 0 ... V R R P 管理テーブル

4 0 0 ... 電力状態管理テーブル

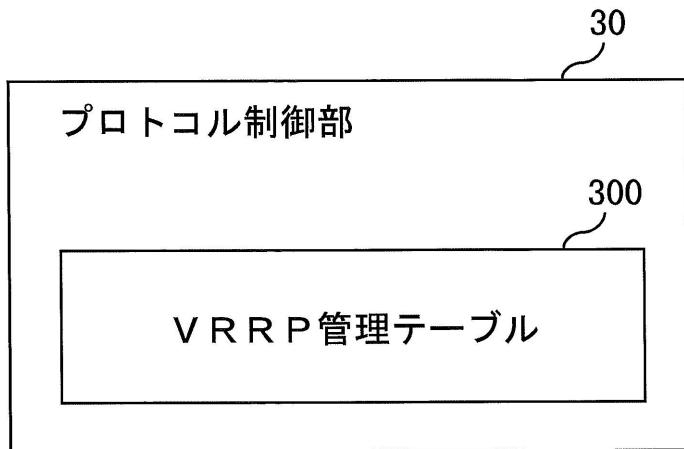
4 1 0 ... パケット転送部転送性能管理テーブル

4 2 0 ... ネットワークインターフェース部転送性能管理テーブル

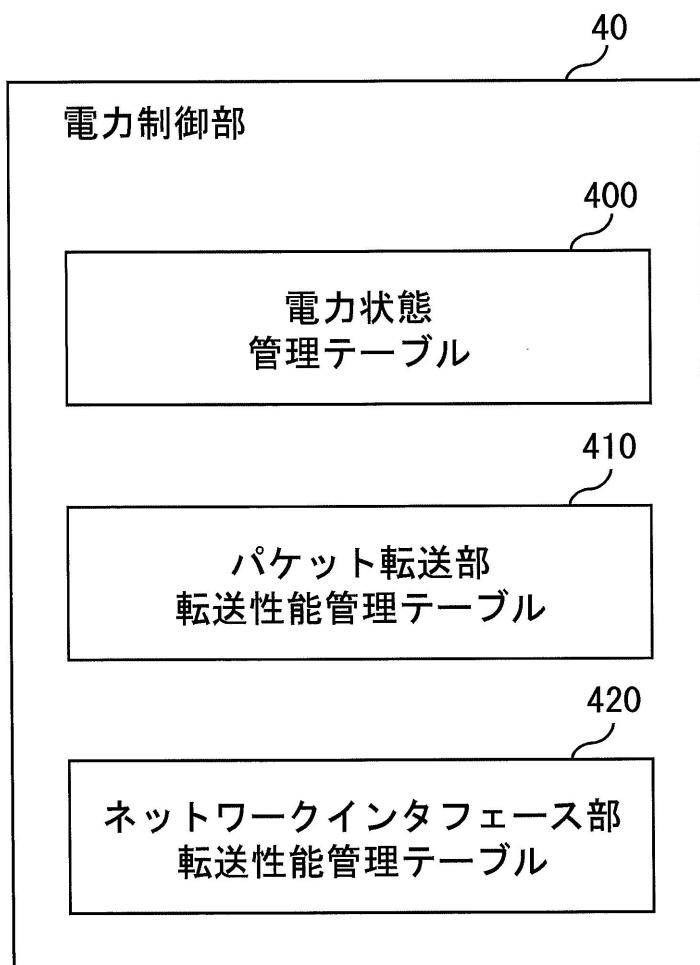
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

仮想ルータ識別子	仮想ルータの状態	プライオリティ
1	MASTER	100
2	BACKUP	150

【図5】

構成要素	最大転送性能	電力状態
パケット中継処理部	192G	high
パケット中継処理部	0G	softoff
インタフェース部	100G	high
インタフェース部	50G	low

【図6】

電力状態	転送性能
high	192 Gbps
highMinus	144 Gbps
low	96 Gbps
lowMinus	72 Gbps
softoff	0 Gbps

【図7】

Diagram illustrating a table structure with two columns: 電力状態 (Power Status) and 転送性能 (Transmission Performance). The table has six rows, each containing a status value and its corresponding Gbps value.

電力状態	転送性能
high	100 Gbps
highMinus	75 Gbps
low	50 Gbps
lowMinus	25 Gbps
softoff	0 Gbps

【図8】

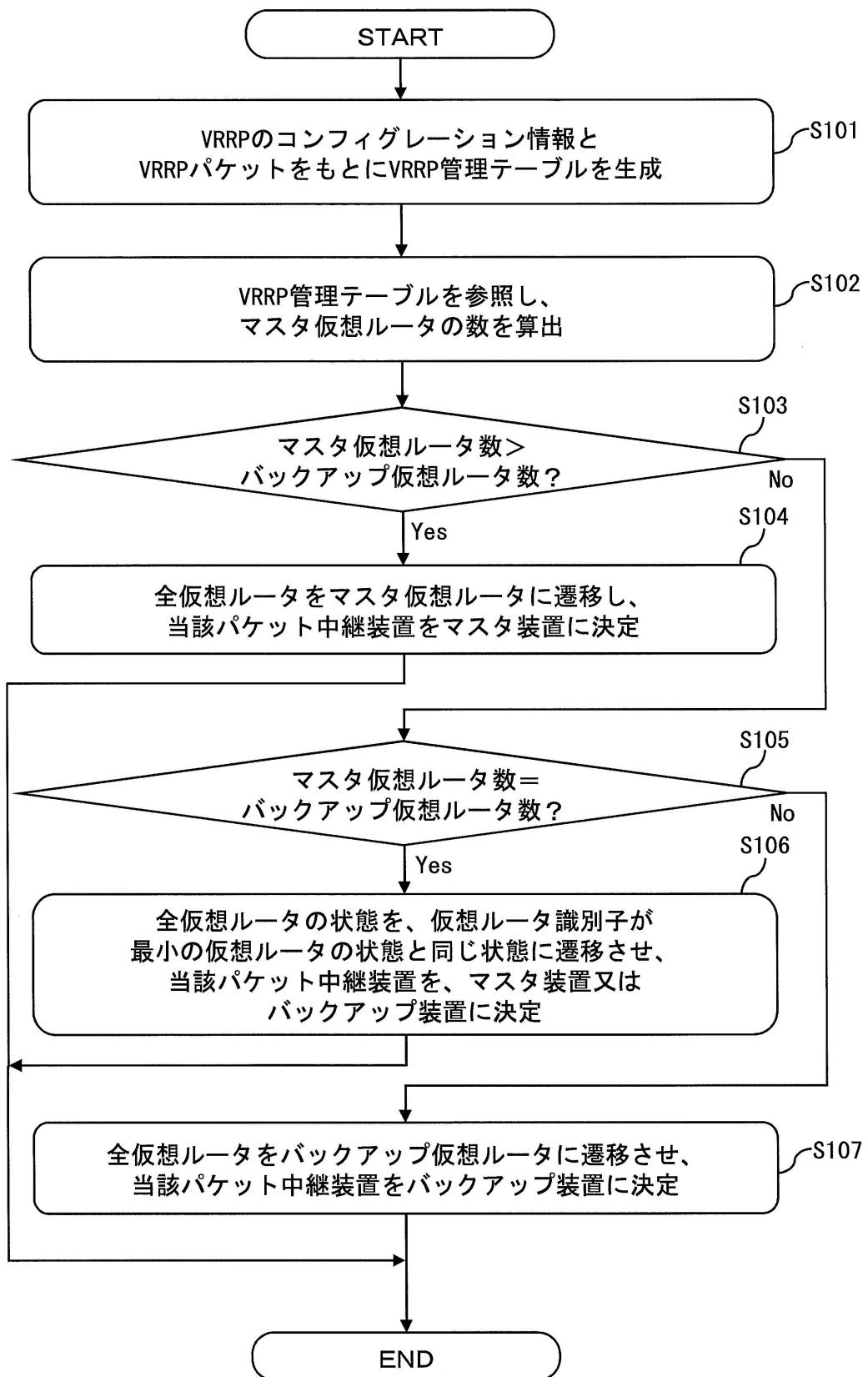
Diagram illustrating a table structure with five columns: バージョン (Version), タイプ (Type), 仮想ルータ識別子 (Virtual Router Identifier), プライオリティ (Priority), and カウントIPアドレス (Count IP Address).

The table is divided into several sections:

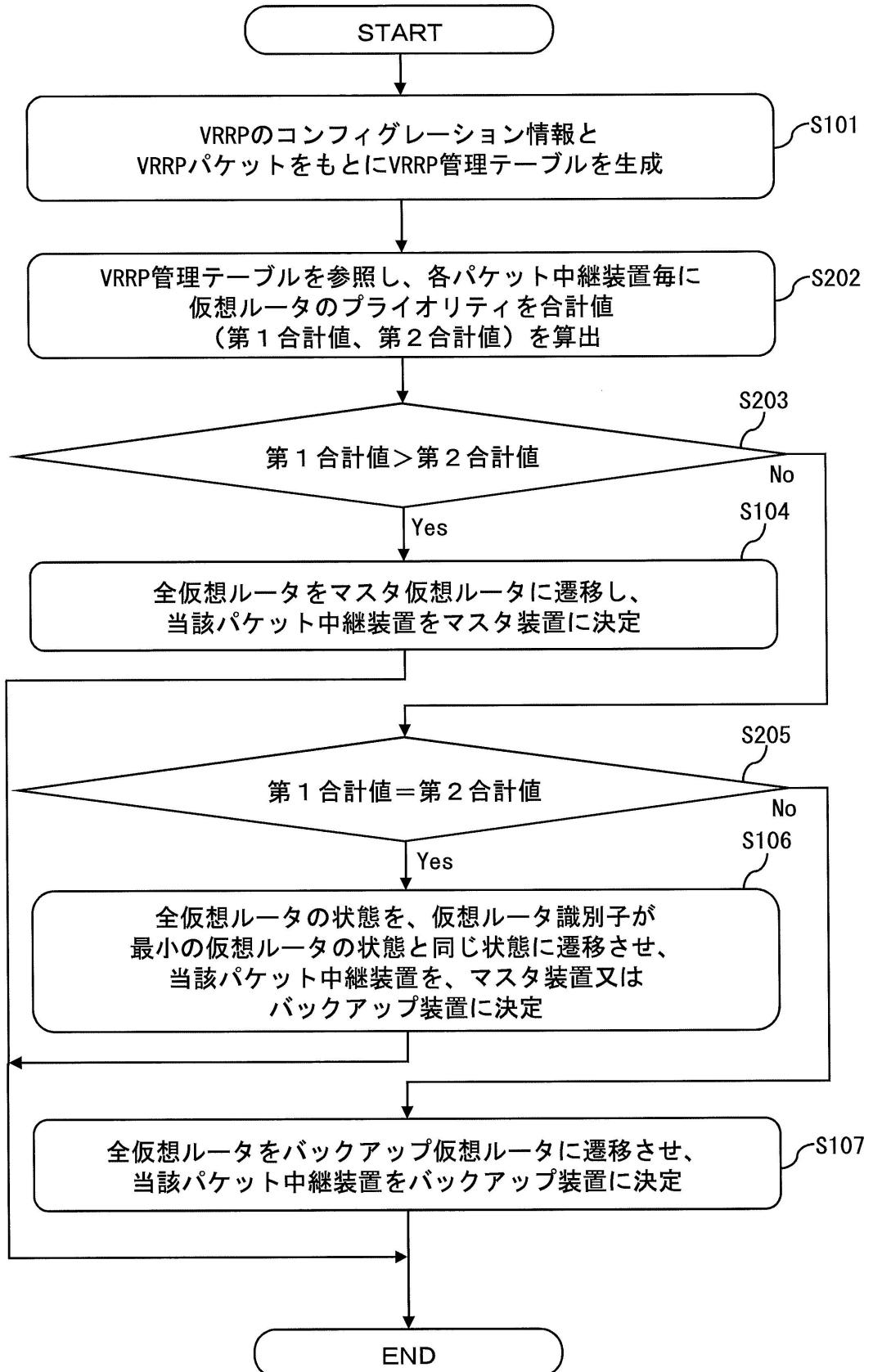
- Section 1:** 認証タイプ (Authentication Type), アドバタイズメント・インターバル (Advertisement Interval), and チェックサム (Checksum).
- Section 2:** パケット転送部転送性能 (Packet Transfer Unit Transfer Performance).
- Section 3:** パケット転送部振分指標 (Packet Transfer Unit Partition Indicator).
- Section 4:** ネットワークインターフェース部転送性能 (Network Interface Unit Transfer Performance).
- Section 5:** ネットワークインターフェース部振分指標 (Network Interface Unit Partition Indicator).

Labels pointing to specific parts of the table include: 902, 904, 906, 908, 910, 912, 914, 916, 918, 920, 922, and 924.

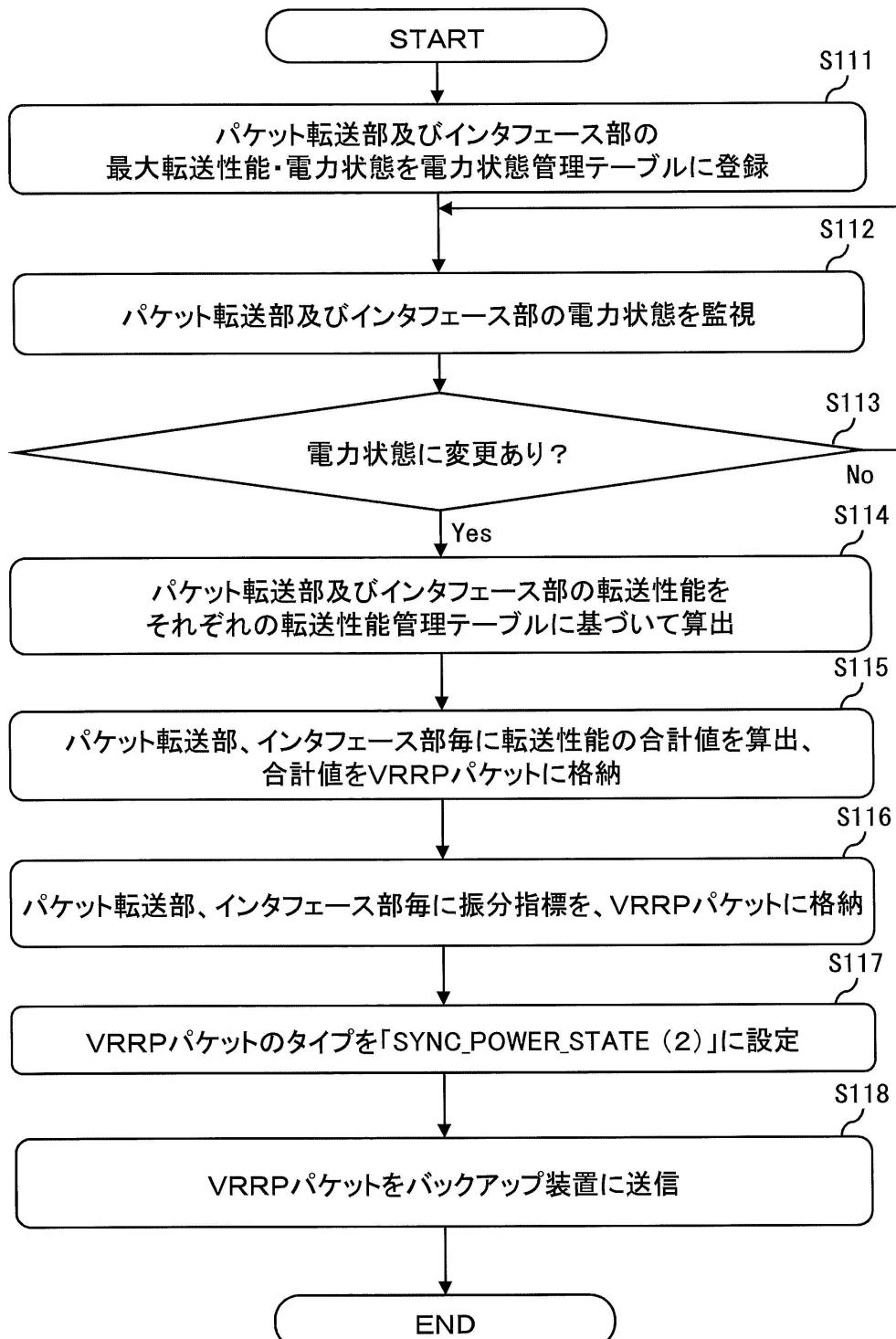
【図9】



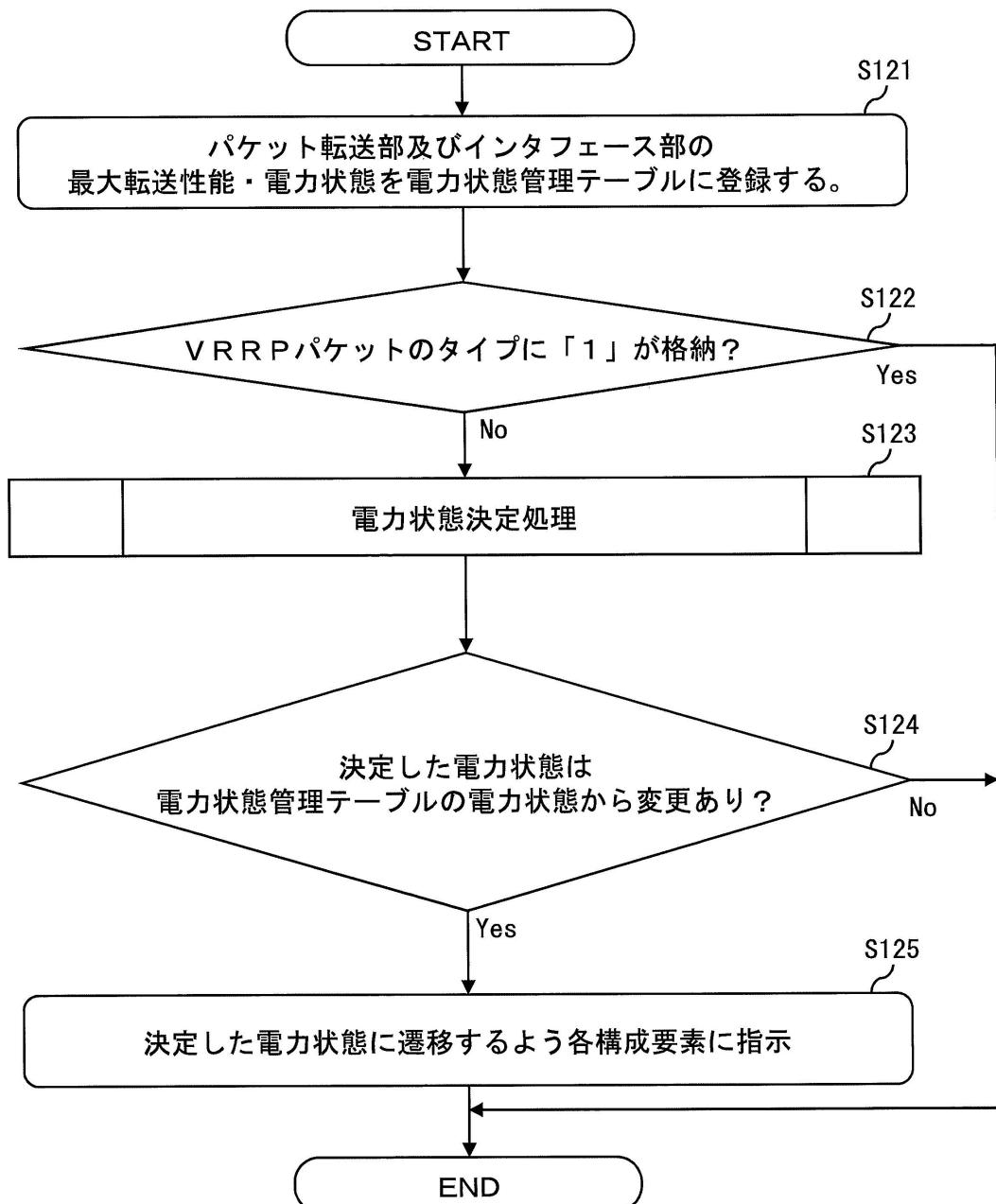
【図10】



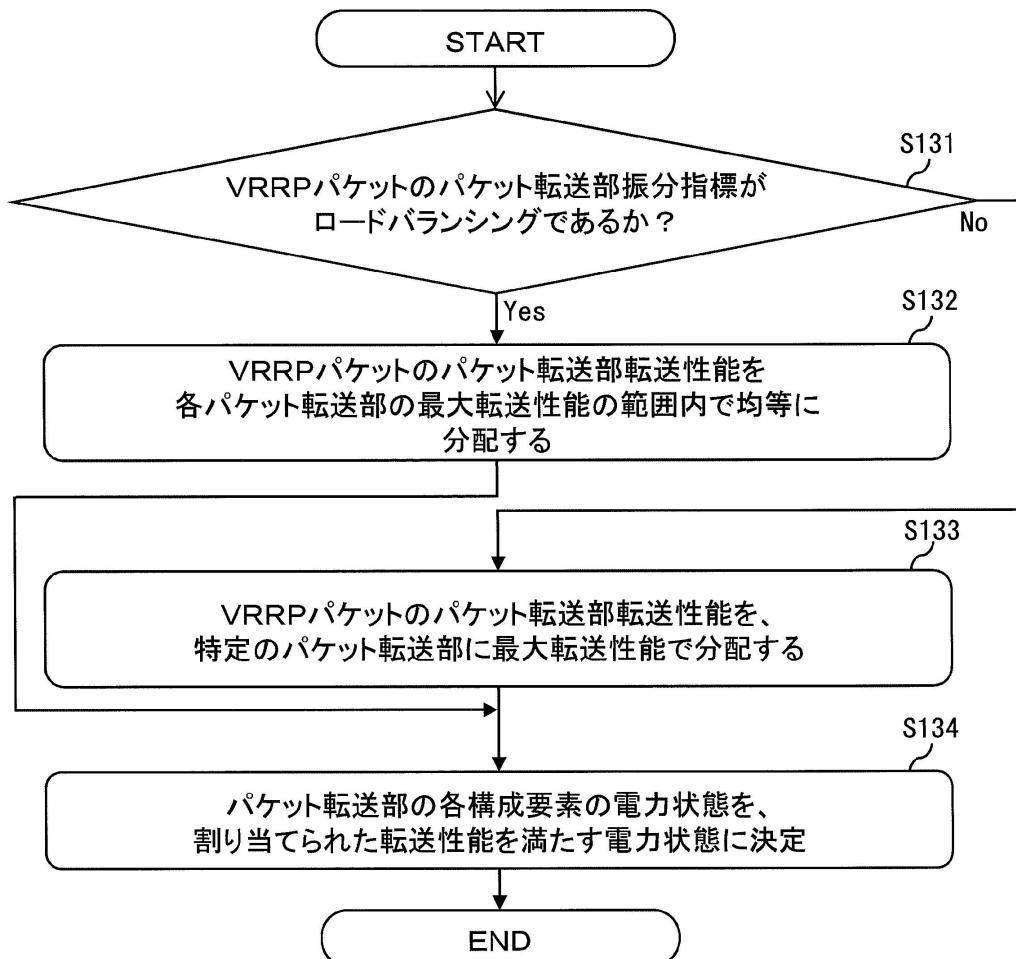
【図11】



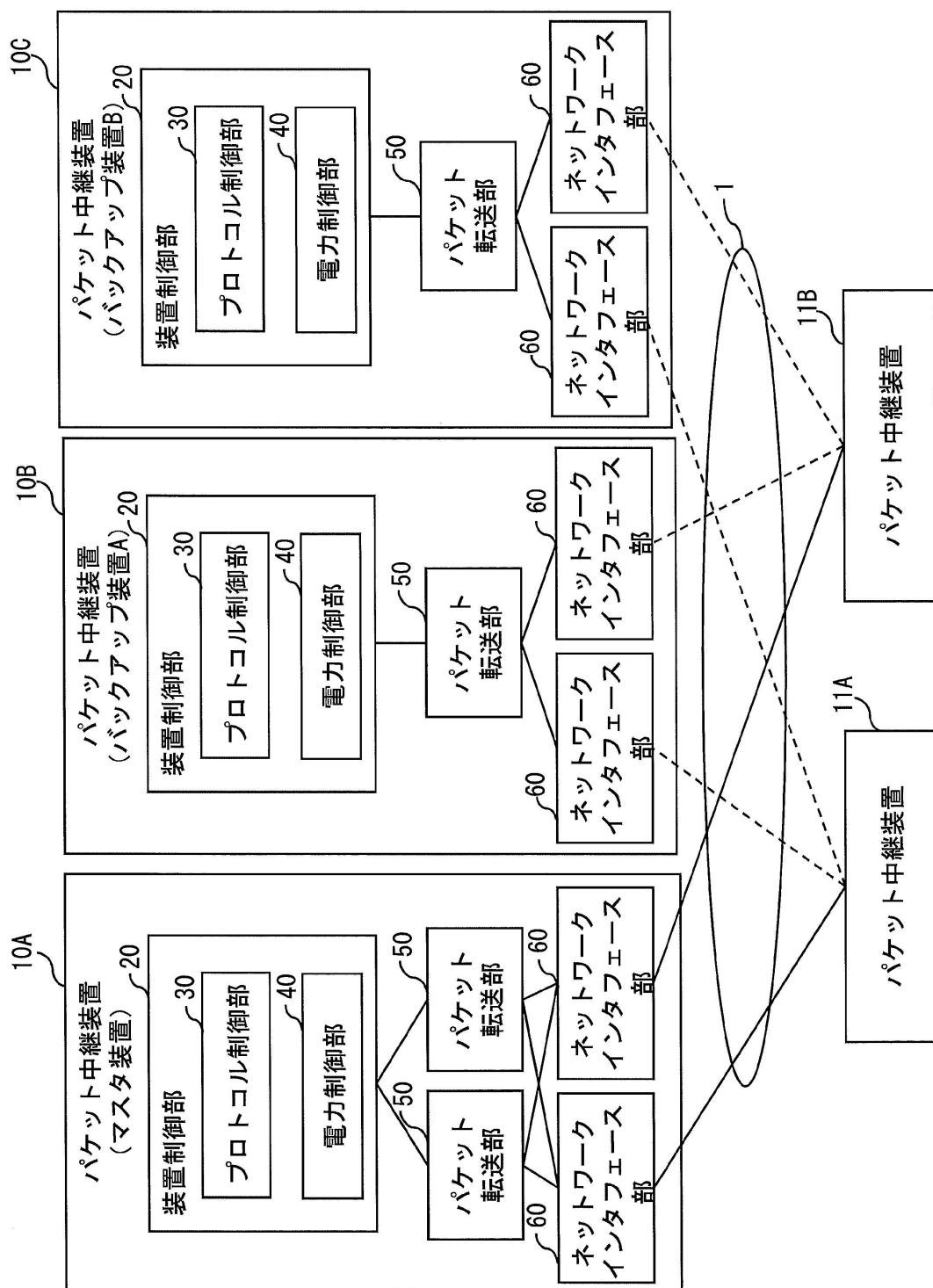
【図12】



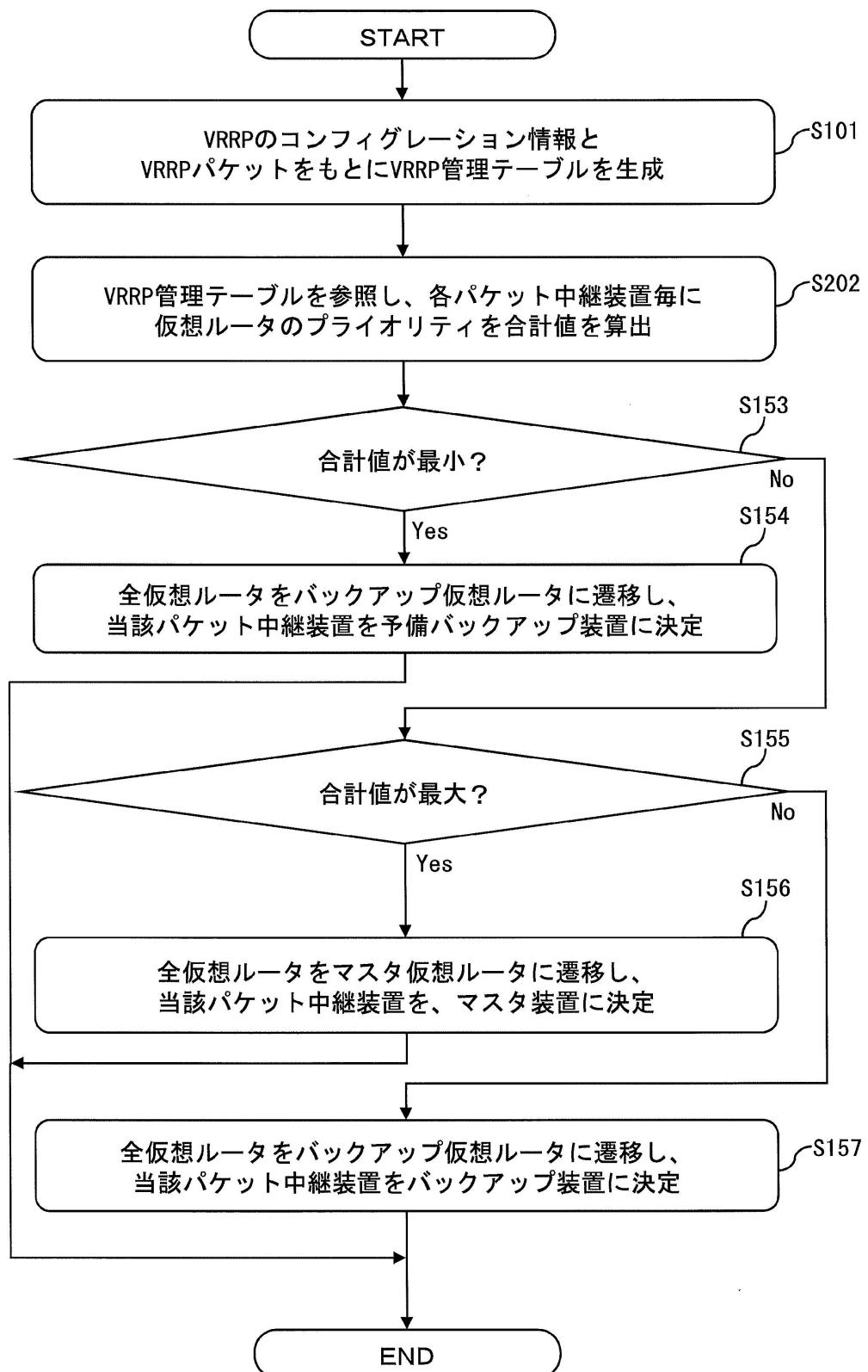
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-147615(JP,A)  
特開2007-318263(JP,A)  
特開2010-171479(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00 ~ 12/955