

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6156002号
(P6156002)

(45) 発行日 平成29年7月5日 (2017.7.5)

(24) 登録日 平成29年6月16日 (2017.6.16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 M 3/00 (2006.01)

H O 4 M 3/00 Z

H O 4 L 12/701 (2013.01)

H O 4 L 12/701

H O 4 L 12/46 (2006.01)

H O 4 L 12/46 A

H O 4 W 40/02 (2009.01)

H O 4 W 40/02

H O 4 W 48/18 (2009.01)

H O 4 W 48/18

請求項の数 9 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2013-190803 (P2013-190803)
 (22) 出願日 平成25年9月13日 (2013.9.13)
 (65) 公開番号 特開2015-56858 (P2015-56858A)
 (43) 公開日 平成27年3月23日 (2015.3.23)
 審査請求日 平成28年6月6日 (2016.6.6)

(73) 特許権者 000005223
 富士通株式会社
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (72) 発明者 諸澤 篤史
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 (72) 発明者 松井 孝夫
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内
 審査官 中村 信也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 情報処理装置、通信方法及び通信プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報処理装置を識別するとともに該情報処理装置を搭載する筐体内の位置を識別する装置識別子を該情報処理装置のアドレスと対応付けて記憶する識別子記憶部と、

データの宛先のアドレスに対応する装置識別子を前記識別子記憶部から検索する識別子検索部と、

前記識別子検索部により検索された装置識別子と自装置の装置識別子とに基づいてデータのルーティング先を決定する決定部と、

前記決定部により決定されたルーティング先へ前記データを送信するよう制御する制御部と

を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記決定部は、ルーティング先とともに通信方式を決定し、

前記制御部は、前記決定部により決定された通信方式で前記データを送信するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

【請求項 3】

筐体内の位置に基づいて情報処理装置はグループ化され、

前記装置識別子と該装置識別子で識別される情報処理装置のグループを識別するグループ識別子とを対応付けて記憶するグループ記憶部と、

前記識別子検索部により検索された装置識別子に対応するグループ識別子を前記グルー

ブ記憶部から検索するグループ検索部をさらに有し、

前記決定部は、前記識別子検索部により検索された装置識別子と筐体内の自装置の位置と前記グループ検索部により検索されたグループ識別子に基づいてデータのルーティング先と通信方式を決定し、

前記制御部は、前記決定部により決定されたルーティング先及び通信方式に基づいて前記データを送信するよう制御することを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

第 1 の通信方式を用いて他の情報処理装置と通信する第 1 の通信部をグループ内の 1 つの情報処理装置だけが備え、

前記制御部は、前記第 1 の通信方式で前記データを送信させる場合に、前記第 1 の通信部を備える情報処理装置へ第 2 の通信部を用いてデータを転送することを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 5】

前記決定部は、通信方式として第 1 の通信方式及び第 2 の通信方式を含む通信方式の中から通信方式を決定し、決定した通信方式が第 2 の通信方式である場合に、隣接する情報処理装置をルーティング先として決定することを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 6】

前記決定部は、決定した通信方式が第 2 の通信方式である場合に、隣接する情報処理装置以外の情報処理装置もルーティング先として決定することを特徴とする請求項 5 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 7】

前記制御部は、前記データの送信が失敗した場合には、異なる通信方式を用いてデータを送信するように制御することを特徴とする請求項 2 ～ 6 のいずれか 1 つに記載の情報処理装置。

【請求項 8】

情報処理装置が、

情報処理装置を識別するとともに該情報処理装置を搭載する筐体内の位置を識別する装置識別子を該情報処理装置のアドレスと対応付けて記憶する識別子記憶部からデータの宛先のアドレスに対応する装置識別子を検索し、

30

検索した装置識別子と自装置の装置識別子とに基づいてデータのルーティング先を決定し、

決定したルーティング先へ前記データを送信する
処理を実行することを特徴とする通信方法。

【請求項 9】

情報処理装置が有するコンピュータに、

情報処理装置を識別するとともに該情報処理装置を搭載する筐体内の位置を識別する装置識別子を該情報処理装置のアドレスと対応付けて記憶する識別子記憶部からデータの宛先のアドレスに対応する装置識別子を検索し、

検索した装置識別子と自装置の装置識別子とに基づいてデータのルーティング先を決定し、

40

決定したルーティング先へ前記データを送信させる
処理を実行させることを特徴とする通信プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、通信方法及び通信プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、データセンターやクラウド向けサーバとしてラック内に多数のノードを搭載する

50

高集積サーバが利用されるようになってきている。ここで、ノードとは、CPU、メモリ、ストレージ、クロスバスイッチなどを有する情報処理装置である。

【0003】

ラックには、例えば、数十～数百のノードが搭載される。また、ノード間の接続には、ケーブル接続とバックプレーン接続がある。図20は、ケーブル接続の一例を示す図であり、図21A及び図21Bは、バックプレーン接続の一例を示す図である。図21Aは、バックプレーン接続を用いる筐体の前面及び背面を示し、図21Bは、バックプレーン配線パターンの一例を示す。

【0004】

図20では、30台のノード91が2つのスイッチングノード92を介してケーブル接続されている。図21Aでは、40台のノード93が4つのスイッチングノード94、バックプレーン95を介して接続されている。なお、図21Aでは、上段に筐体の前面が示され、下段に筐体の背面が示されている。

【0005】

図20に示すように、ケーブル接続では、ノード数が多くなるとケーブル数が膨大となる。このため、ケーブル接続には、ケーブルコストの増加、ケーブル挿抜による保守の煩わしさ、ケーブル占有面積の増大といった問題がある。

【0006】

一方、図21Bに示すように、バックプレーン接続では、ノード数が多くなると配線パターン96が甚大となる。このため、バックプレーン接続には、バックプレーン内配線の困難性、バックプレーンの層数増加、製造コストの増大などの問題がある。また、バックプレーン接続には、バックプレーンの故障によるリスクが増大する、バックプレーン保守時にシステム全体を停止させなければならない、といった問題もある。

【0007】

そこで、ケーブル接続やバックプレーン接続を用いることなく、筐体内のモジュール間のデータ転送を無線を利用して行う技術が開発されている（例えば、特許文献1参照。）。また、サーバ装置のコンソール部とサーバ装置とを接続するトレイ部がコンソール部と無線で通信を行う従来技術がある（例えば、特許文献2参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2005-6329号公報

【特許文献2】特開2006-185419号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

無線通信は、電波が減衰しやすく、遠距離の通信には不向きであり、多数の情報処理装置を無線通信で接続する場合、複数の情報処理装置を経由して通信が行われる。したがって、無線通信では、最終的な宛先に中継する次の送信先をルーティング先として決める必要があるが、多数の宛先に対して各情報処理装置における正しいルーティング先を決定することは困難であるという問題がある。

【0010】

本発明は、1つの側面では、多数の宛先に対して正しいルーティング先を自動的に決定する情報処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本願の開示する情報処理装置は、1つの態様において、情報処理装置を識別するとともに該情報処理装置を搭載する筐体内の位置を識別する装置識別子を該情報処理装置のアドレスと対応付けて記憶する識別子記憶部を有する。また、本願の開示する情報処理装置は

10

20

30

40

50

、データの宛先のアドレスに対応する装置識別子を前記識別子記憶部から検索する識別子検索部を有する。また、本願の開示する情報処理装置は、前記識別子検索部により検索された装置識別子と自装置の装置識別子とに基づいてデータのルーティング先を決定する決定部を有する。また、本願の開示する情報処理装置は、前記決定部により決定されたルーティング先へ前記データを送信するよう制御する制御部を有する。

【発明の効果】

【0012】

1実施態様によれば、多数の宛先に対して正しいルーティング先を自動的に決定することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0013】

【図1】図1は、実施例1に係る情報処理システムの構成を示す図である。

【図2】図2は、APを用いたWLANの通信を説明するための図である。

【図3A】図3Aは、XBの構成を示す図である。

【図3B】図3Bは、他のXBの構成を示す図である。

【図4】図4は、NATが記憶する宛先及び識別子の一例を示す図である。

【図5】図5は、NIDとラック内のノード位置の関係の一例を示す図である。

【図6】図6は、実施例1に係るノードによる受信処理のフローを示すフローチャートである。

【図7】図7は、実施例1に係るノードによる送信処理のフローを示すフローチャートである。

20

【図8】図8は、パケットが届かない場合を示す図である。

【図9】図9は、ルーティングテーブルの一例を示す図である。

【図10】図10は、ルーティングテーブルの誤った設定例を示す図である。

【図11】図11は、ノードのグループ化の一例を示す図である。

【図12A】図12Aは、実施例2に係るXBの構成を示す図である。

【図12B】図12Bは、実施例2に係るXBの他の構成を示す図である。

【図13】図13は、GID-WSSTAが記憶するGID及びSTA機能有無の一例を示す図である。

【図14】図14は、実施例2に係るノードによる受信処理のフローを示すフローチャートである。

30

【図15】図15は、実施例2に係るノードによる送信処理のフローを示すフローチャートである。

【図16】図16は、実施例3に係る通信イメージを示す図である。

【図17】図17は、実施例3に係るノードによる受信処理のフローを示す第1のフローチャートである。

【図18】図18は、実施例3に係るノードによる受信処理のフローを示す第2のフローチャートである。

【図19】図19は、通信プログラムを実行するXBのハードウェア構成を示す図である。

40

【図20】図20は、ケーブル接続の一例を示す図である。

【図21A】図21Aは、バックプレーン接続を用いる筐体の前面及び背面を示す図である。

【図21B】図21Bは、バックプレーン配線パターンの一列を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に、本願の開示する情報処理装置、通信方法及び通信プログラムの実施例を図面に基いて詳細に説明する。なお、以下の実施例は開示の技術を限定するものではない。

【実施例1】

【0015】

50

まず、実施例 1 に係る情報処理システムの構成について説明する。図 1 は、実施例 1 に係る情報処理システムの構成を示す図である。図 1 に示すように、情報処理システムは、ラック 1 に NW スイッチ 2 と A P 3 と 9 9 台の ノード 1 0 が搭載された高集積サーバである。なお、ここでは、ラック 1 に 1 台の NW スイッチ 2 と 9 9 台の ノード 1 0 を搭載しているが、より多くの NW スイッチ 2 やより多くの ノード 1 0 あるいはより少ない ノード 1 0 を 1 つのラックに搭載することができる。

【 0 0 1 6 】

NW スイッチ 2 は、インターネット等の外部ネットワークと接続するためのスイッチである。A P 3 は、2 . 4 G H z 帯及び 5 G H z 帯の周波数を使用する W L A N (Wireless Local Area Network) のアクセスポイントである。図 2 は、A P 3 を用いた W L A N の通信を説明するための図である。図 2 は、A P 3 と 3 つの S T A (ステーション) 4 からなる無線システムである。

10

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、S T A 4 は他の S T A 4 にデータを転送する場合、A P 3 を介してデータを転送する。したがって、S T A 4 の数が多い場合には、A P 3 にデータが集中し、輻輳が生じる。また、W L A N の通信速度は 6 0 0 メガビット / 秒 (M b p s) 程度であり、有線の通信速度は 1 . 0 ギガビット / 秒 (G b p s) より大きいため、有線の通信に比べて W L A N の通信速度は遅い。

【 0 0 1 8 】

なお、図 2 に示す通信のモードはインフラストラクチャモードと呼ばれ、装置間の通信は A P 3 を介して通信が行われる。一方、A P 3 を介さず装置間で直接通信するモードはアドホックモードと呼ばれる。インフラストラクチャモードは多数の装置が通信する場合に適しており、アドホックモードは少数の装置が通信する場合に適している。

20

【 0 0 1 9 】

ノード 1 0 は、C P U 1 1 と、メモリ 1 2 と、ストレージ 1 3 と、X B 1 4 とを有する情報処理装置である。また、ノード 1 0 は、6 0 G 無線上用アンテナ 1 5 a と、6 0 G 無線下用アンテナ 1 5 b と、6 0 G 無線左用アンテナ 1 5 c と、6 0 G 無線右用アンテナ 1 5 d と、W L A N 用アンテナ 1 5 e とを有する。なお、ノード 1 0 は、筐体内に収容されている。また、6 0 G 無線上用アンテナ 1 5 a、6 0 G 無線下用アンテナ 1 5 b、6 0 G 無線左用アンテナ 1 5 c、6 0 G 無線右用アンテナ 1 5 d 及び W L A N 用アンテナ 1 5 e は、X B 1 4 と接続されている。

30

【 0 0 2 0 】

C P U 1 1 は、メモリ 1 2 からプログラムを読み出して実行する中央処理装置である。メモリ 1 2 は、プログラムやプログラムの実行途中結果などを記憶する R A M (Random Access Memory) である。ストレージ 1 3 は、データを記憶する不揮発性メモリであり、例えば、N A N D フラッシュメモリである。また、ストレージ 1 3 は、ノード 1 0 にインストールされたプログラムを記憶する。

【 0 0 2 1 】

X B 1 4 は、他の ノード 1 0 と通信を行うためのクロスバースイッチである。X B 1 4 は、1 つの L S I である。6 0 G 無線上用アンテナ 1 5 a は、6 0 G H z 帯の周波数を使用する無線通信である 6 0 G 無線のアンテナであり、上向きの方に設置され、ラック 1 内で上に隣接する ノード 1 0 との通信に用いられる。同様に、6 0 G 無線下用アンテナ 1 5 b は、6 0 G 無線のアンテナであり、下向きの方に設置され、ラック 1 内で下に隣接する ノード 1 0 との通信に用いられる。

40

【 0 0 2 2 】

また、6 0 G 無線左用アンテナ 1 5 c は、6 0 G 無線のアンテナであり、左向きの方向に設置され、ラック 1 内で左に隣接する ノード 1 0 との通信に用いられる。6 0 G 無線右用アンテナ 1 5 d は、6 0 G 無線のアンテナであり、右向きの方向に設置され、ラック 1 内で右に隣接する ノード 1 0 との通信に用いられる。

【 0 0 2 3 】

50

60G無線は、通信速度が数Gbps程度実現可能であり、WLANと比較して高速である。しかしながら、60G無線は電波が届きにくく、筐体が電波の障壁となり、1つの60G無線モジュールを使用して隣接する上下左右のノード10と通信するのは困難である。そこで、ノード10は、隣接する上下左右のノード10とそれぞれ通信する4つの60G無線モジュールを有する。WLAN用アンテナ15eは、WLANのアンテナである。

【0024】

ノード10は、所定の閾値より距離が近いノード10とは60G無線を用いて通信を行い、所定の閾値以上の距離があるノード10とはWLANを用いて通信を行う。例えば、図1において、ラック1のSに位置するノード10は、D₁に位置するノード10と通信を行う場合には、距離が近いので、60G無線を用いてラック1の下に位置するノードを経由して通信を行う。また、ラック1のSに位置するノード10は、D₂に位置するノード10と通信を行う場合には、距離が遠いので、AP3を経由してWLANで通信を行う。

【0025】

このように、ノード10は、所定の閾値より距離が近いノード10とは60G無線を用いて通信を行い、所定の閾値以上の距離があるノード10とはWLANを用いて通信を行う。したがって、ノード10は、AP3に輻輳を発生させることなく、多数のノード10と高速に無線通信を行うことができる。

【0026】

次に、XB14の構成について説明する。図3Aは、XB14の構成を示す図である。図3Aに示すように、XB14は、ホストI/F141と、2つのNAT(Node Address Table)142aと、宛先判断部142と、ルーティング部143と、5つのパケット解析部144と、5つのI/F145とを有する。また、XB14は、60G無線上部146aと、60G無線下部146bと、60G無線左部146cと、60G無線右部146dと、WLAN部147と、NIレジスタ148とを有する。

【0027】

ホストI/F141は、自ノードのCPU11とのインタフェースであり、CPU11から受け取ったパケットをルーティング部143に渡し、ルーティング部143から受け取ったパケットを自ノードのCPU11に渡す。また、ホストI/F141は、自ノードのCPU11から受け取ったパケットの宛先をNAT142aに渡す。

【0028】

NAT142aは、各ノード10を識別する識別子を検索する検索テーブルである。NAT142aは、パケットの宛先をホストI/F141又はパケット解析部144から受け取り、宛先のノード10の識別子を検索し、検索した宛先のノード10の識別子を宛先判断部142に渡す。また、NAT142aは、NIレジスタ148の情報に基づいて自ノードの情報から自ノードの識別子を検索し、検索した自ノードの識別子を宛先判断部142に渡す。

【0029】

宛先判断部142は、NAT142aにより検索されたパケットの宛先の識別子と、自ノードの識別子とに基づいてパケットのルーティング先を判断し、ルーティング先の情報をルーティング情報としてルーティング部143に渡す。なお、NAT142aが検索するノード10の識別子及び宛先判断部142の処理の詳細については後述する。

【0030】

ルーティング部143は、ホストI/F141からパケットを受け取り、宛先判断部142から受け取ったルーティング情報及びNIレジスタ148の情報に基づいてパケットをいずれかのI/F145に渡す。また、ルーティング部143は、いずれかのパケット解析部144からパケットを受け取り、宛先判断部142から受け取ったルーティング情報及びNIレジスタ148の情報に基づいてパケットをホストI/F141又はいずれかのI/F145に渡す。

【0031】

パケット解析部144は、I/F145からパケットを受け取り、宛先を抽出する。そして、パケット解析部144は、抽出した宛先をNAT142aに渡すとともに、パケットをルーティング部143に渡す。なお、パケット解析部144は、NIレジスタ148の情報から宛先が自ノードと判断した場合は、抽出した宛先をNAT142aに渡さなくてもよい。

【0032】

I/F145は、60G無線モジュール又はWLAN部147から受け取った信号をパケットに変換し、対応するパケット解析部144に渡す。また、I/F145は、ルーティング部143によりルーティングされたパケットを受け取り、それぞれ対応する60G無線モジュール又はWLANモジュールに送信を指示する。

10

【0033】

60G無線上部146a、60G無線下部146b、60G無線左部146c及び60G無線右部146dは、60GHz帯の周波数を使用して無線通信を行う60G無線モジュールである。

【0034】

60G無線上部146aは、図1に示した60G無線上用アンテナ15aを用いてラック1内で上に隣接するノード10と無線通信を行う。60G無線下部146bは、図1に示した60G無線下用アンテナ15bを用いてラック1内で下に隣接するノード10と無線通信を行う。60G無線左部146cは、図1に示した60G無線左用アンテナ15cを用いてラック1内で左に隣接するノード10と無線通信を行う。60G無線右部146dは、図1に示した60G無線右用アンテナ15dを用いてラック1内で右に隣接するノード10と無線通信を行う。

20

【0035】

WLAN部147は、STA4の機能を備え、WLANを用いてAP3経由で他のノード10のWLAN部147と通信を行う。NIレジスタ148は、IP(Internet Protocol)アドレス、MAC(Media Access Control)アドレスなど自ノードの情報を記憶するレジスタである。

【0036】

なお、図3Aに示すXB14は、60G無線モジュール及びWLAN部147を有するが、60G無線モジュール及びWLAN部147をXBの外に設けることもできる。図3Bは、60G無線モジュール及びWLAN部147を外に設けた他のXBの構成を示す図である。

30

【0037】

図3Bに示すように、XB14aは、60G無線上部146a、60G無線下部146b、60G無線左部146c、60G無線右部146d及びWLAN部147を有しない。XB14aは、外に設けられた60G無線上部10a、60G無線下部10b、60G無線左部10c、60G無線右部10d及びWLAN部10eを用いて無線通信を行う。

【0038】

次に、NAT142aが検索するノード10の識別子及び宛先判断部142の処理の詳細について図4及び図5を用いて説明する。図4は、NAT142aが記憶する宛先及び識別子の一例を示す図であり、図5は、NIDとラック1内のノード位置の関係の一例を示す図である。ここで、NID(Node ID)は、ノード10を識別する識別子である。

40

【0039】

図4に示すように、NAT142aは、宛先としてのMACアドレスとNIDとを対応付けてノード10ごとに記憶し、MACアドレスからNIDを検索する。MACアドレスは48ビットであり、「h」は16進数表示することを示し、「*」は16進数表示の1つの数を示す。1つの「*」は4ビットの情報を示し、12個の「*」で4×12=48ビットを示す。なお、ここでは、宛先としてMACアドレスを用いる場合を説明したが、宛先としてMACアドレス以外を用いることもできる。

50

【 0 0 4 0 】

N I D は、1 2 ビットであり、3 つの 1 6 進数が「_」で接続されて表される。N I D は、各ノード 1 0 を識別する識別子であるとともに、ラック 1 内のノード 1 0 の位置を表す。1 2 ビットのうち上位 4 ビットがラック 1 内のスロットの X 座標を表し、下位 8 ビットがラック 1 内のスロットの Y 座標を表す。ここで、スロットは、ノード 1 0 がラック 1 内で収容されるスペースである。

【 0 0 4 1 】

図 5 に示すように、ラック 1 内の左下のスロットは座標が (1 , 1) であり、このスロットに収容されるノード 1 0 の N I D は 1 2 ' h 1 _ 0 _ 1 である。また、ラック 1 内の右下のスロットは座標が (6 , 1) であり、このスロットに収容されるノード 1 0 の N I D は 1 2 ' h 6 _ 0 _ 1 である。また、ラック 1 内の左上のスロットは座標が (1 , n) であり、このスロットに収容されるノード 1 0 の N I D は 1 2 ' h 1 _ * _ * である。ただし、ここでは、ラック 1 は、X 軸方向に 6 個のスロットを有し、Y 軸方向に n 個のスロットを有する。また、「_」で結ばれた 2 つの「*」は、n の 1 6 進数表示である。また、ここでは、N I D のビット数は 1 2 であるが、N I D のビット数はスロットの数に応じて選択される。

【 0 0 4 2 】

このように、N I D がラック 1 内のノード 1 0 の位置を表わすことによって、宛先判断部 1 4 2 は、パケットの宛先の N I D から宛先のノード 1 0 がラック 1 内で自ノードのどの方向にあるかを知ることができ、パケットのルーティング先を決定することができる。

【 0 0 4 3 】

すなわち、宛先判断部 1 4 2 は、宛先と自ノードの X 座標の差と宛先と自ノードの Y 座標の差の和が所定の閾値より大きい場合には、W L A N 部 1 4 7 をルーティング先として決定する。一方、宛先判断部 1 4 2 は、宛先と自ノードの X 座標の差と宛先と自ノードの Y 座標の差の和が所定の閾値より大きくない場合には、宛先と自ノードの X 座標の比較結果に基づいて 6 0 G 無線モジュールのいずれかをルーティング先として決定する。すなわち、宛先判断部 1 4 2 は、宛先の X 座標が自ノードの X 座標より大きい場合には、6 0 G 無線右部 1 4 6 d をルーティング先として決定し、宛先の X 座標が自ノードの X 座標より小さい場合には、6 0 G 無線左部 1 4 6 c をルーティング先として決定する。

【 0 0 4 4 】

また、宛先判断部 1 4 2 は、宛先の X 座標と自ノードの X 座標が等しい場合には、宛先の Y 座標と自ノードの Y 座標とを比較する。そして、宛先判断部 1 4 2 は、宛先の Y 座標が自ノードの Y 座標より大きい場合には 6 0 G 無線上部 1 4 6 a をルーティング先として決定し、宛先の Y 座標が自ノードの Y 座標より大きくない場合には 6 0 G 無線下部 1 4 6 b をルーティング先として決定する。

【 0 0 4 5 】

このように、宛先判断部 1 4 2 は、パケットの宛先の N I D と自ノードの N I D に基づいてルーティング先を決定することにより、正しいルーティング先を自動的に決定することができる。

【 0 0 4 6 】

次に、実施例 1 に係るノード 1 0 による受信処理のフローについて説明する。図 6 は、実施例 1 に係るノード 1 0 による受信処理のフローを示すフローチャートである。図 6 に示すように、ノード 1 0 は、パケットを受信する (ステップ S 1) と、パケットの宛先が自ノードであるか否かを判定する (ステップ S 2) 。その結果、パケットの宛先が自ノードである場合には、ホストへパケットを送信する (ステップ S 1 4) 。

【 0 0 4 7 】

一方、パケットの宛先が自ノードでない場合には、ノード 1 0 は、N A T 検索、すなわち N A T 1 4 2 a を用いて宛先の M A C アドレス及び自ノードに対するテーブル検索を行い (ステップ S 3) 、宛先及び自ノードの N I D を検索する。そして、ノード 1 0 は、宛先及び自ノードの N I D を比較し (ステップ S 4) 、X 座標の差と Y 座標の差との和が所

10

20

30

40

50

定の閾値 D_{th} より大きいかな否かを判定する（ステップ $S5$ ）。その結果、 X 座標の差と Y 座標の差との和が所定の閾値 D_{th} より大きい場合には、ノード 10 は、パケットを $WLAN$ モジュールを用いて送信する（ステップ $S13$ ）。

【0048】

一方、 X 座標の差と Y 座標の差との和が所定の閾値 D_{th} より大きくない場合には、ノード 10 は、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より大きいかな否かを判定する（ステップ $S6$ ）。その結果、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より大きい場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線右部 $146d$ を用いてパケットを送信する（ステップ $S12$ ）。

【0049】

一方、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より大きくない場合には、ノード 10 は、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より小さいかな否かを判定する（ステップ $S7$ ）。その結果、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より小さい場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線左部 $146c$ を用いてパケットを送信する（ステップ $S11$ ）。

【0050】

一方、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より小さくない場合には、 $X1$ と $X2$ が等しい場合なので、ノード 10 は、宛先の Y 座標 $Y1$ が自ノードの Y 座標 $Y2$ より大きいかな否かを判定する（ステップ $S8$ ）。その結果、宛先の Y 座標 $Y1$ が自ノードの Y 座標 $Y2$ より大きい場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線上部 $146a$ を用いてパケットを送信する（ステップ $S10$ ）。一方、宛先の Y 座標 $Y1$ が自ノードの Y 座標 $Y2$ より大きくない場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線下部 $146b$ を用いてパケットを送信する（ステップ $S9$ ）。

【0051】

次に、実施例 1 に係るノード 10 による送信処理のフローについて説明する。図 7 は、実施例 1 に係るノード 10 による送信処理のフローを示すフローチャートである。図 7 に示すように、ノード 10 は、 NAT 検索、すなわち $NAT142a$ を用いて宛先の MAC アドレス及び自ノードに対するテーブル検索を行い（ステップ $S21$ ）、宛先及び自ノードの NID を検索する。

【0052】

そして、ノード 10 は、宛先及び自ノードの NID を比較し（ステップ $S22$ ）、 X 座標の差と Y 座標の差との和が所定の閾値 D_{th} より大きいかな否かを判定する（ステップ $S23$ ）。その結果、 X 座標の差と Y 座標の差との和が所定の閾値 D_{th} より大きい場合には、ノード 10 は、パケットを $WLAN$ モジュールを用いて送信する（ステップ $S33$ ）。

【0053】

一方、 X 座標の差と Y 座標の差との和が所定の閾値 D_{th} より大きくない場合には、ノード 10 は、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より大きいかな否かを判定する（ステップ $S24$ ）。その結果、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より大きい場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線右部 $146d$ を用いてパケットを送信し（ステップ $S30$ ）、ステップ $S31$ に移動する。

【0054】

一方、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より大きくない場合には、ノード 10 は、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より小さいかな否かを判定する（ステップ $S25$ ）。その結果、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より小さい場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線左部 $146c$ を用いてパケットを送信し（ステップ $S29$ ）、ステップ $S31$ に移動する。

【0055】

一方、宛先の X 座標 $X1$ が自ノードの X 座標 $X2$ より小さくない場合には、 $X1$ と $X2$ が等しい場合なので、ノード 10 は、宛先の Y 座標 $Y1$ が自ノードの Y 座標 $Y2$ より大きいかな否かを判定する（ステップ $S26$ ）。その結果、宛先の Y 座標 $Y1$ が自ノードの Y 座標 $Y2$ より大きい場合には、ノード 10 は、 $60G$ 無線上部 $146a$ を用いてパケットを

10

20

30

40

50

送信し（ステップS 2 8）、ステップS 3 1に移動する。一方、宛先のY座標Y 1が自ノードのY座標Y 2より大きくない場合には、ノード1 0は、6 0 G無線下部1 4 6 bを用いてパケットを送信する（ステップS 2 7）。

【0 0 5 6】

そして、ノード1 0は、A C Kを受信したか否かを判定し（ステップS 3 1）、A C Kを受信した場合には処理を終了し、A C Kを受信しなかった場合には、W L A Nモジュールで再送する（ステップS 3 2）。ここで、A C Kは、宛先のノード1 0がパケットを受信した場合に送信元へ送る受信報告である。図8は、パケットが届かない場合を示す図である。図8に示すように、送信元（S）から宛先（D）に至る経路に不良ノード又は空白スロットがあると、パケットは正しく転送されない。この場合、送信元のノード1 0は、A C Kを受信することができないので、W L A Nモジュールでパケットを再送する。

10

【0 0 5 7】

上述してきたように、実施例1では、N A T 1 4 2 aがM A Cアドレスとラック1内のノード1 0の位置を表すN I Dとを対応させてノード1 0ごとに記憶し、パケットの宛先及び自ノードのM A Cアドレスから宛先及び自ノードのN I Dを検索する。そして、宛先判断部1 4 2が宛先及び自ノードのN I Dに基づいてパケットのルーティング先を決定し、ルーティング部1 4 3が宛先判断部1 4 2が決定したルーティング先のパケットをルーティングする。したがって、ノード1 0は、パケットの宛先とルーティング先を対応付けるルーティングテーブルを用いることなく、ルーティングを行うことができる。

【0 0 5 8】

20

図9は、ルーティングテーブルの一例を示す図である。図9は、ラック1の左上に配置されたノード1 0が有するルーティングテーブルを示す。各ノード1 0は、ラック1の左上から右方向にノード₁、ノード₂、ノード₃、...と配置され、右端まで配置されると下の段の左から順に右方向へ配置される。

【0 0 5 9】

図9において、ルーティング先「6 0 G無線 右」は、ルーティング先が6 0 G無線右部1 4 6 dであることを示し、ルーティング先「6 0 G無線 下」は、ルーティング先が6 0 G無線下部1 4 6 bであることを示す。

【0 0 6 0】

例えば、パケットの宛先がノード₁すなわち自ノードである場合には、ルーティング先は、ホストすなわち自ノードのC P U 1 1である。また、パケットの宛先がノード₂である場合には、ノード₂はノード₁の右に配置されるので、ルーティング先は、6 0 G無線右部1 4 6 dである。

30

【0 0 6 1】

ルーティングテーブルを用いる場合には、パケットの宛先とルーティング先の対応付けをノード1 0ごとに設定する必要があるが、ノード数が増えると、ルーティング先の設定が煩雑になるという問題がある。また、誤ったルーティング先が設定されると、パケットが宛先に届かないという問題が生じる。

【0 0 6 2】

図10は、ルーティングテーブルの誤った設定例を示す図である。図10は、ノード₁（S）からノード₆（D）へパケットを送信する場合を示す。図10において、パケットは、ノード₁、ノード₄、ノード₅、ノード₆の順に転送されるべきであるが、ノード₅のルーティングテーブルに誤りがあり、ノード₆のルーティング先として「6 0 G無線 左」が設定されていると、パケットはノード₆に届かない。

40

【0 0 6 3】

一方、実施例1のように、N A T 1 4 2 aを用いると、M A CアドレスとN I Dの対応付けはノード間で共通であり、ルーティングテーブルのように、ノード1 0ごとに異なる情報を設定する必要はないので、設定が煩雑になることはない。したがって、N A T 1 4 2 aを用いることで、設定ミスによるパケットロスを防止することができる。

【0 0 6 4】

50

なお、実施例 1 では、ノード 10 は自ノードの N I D を N A T 1 4 2 a を用いて検索する場合について説明したが、ノード 10 は自ノードの N I D を N I レジスタ 1 4 8 に記憶することもできる。

【実施例 2】

【0065】

ところで、上記実施例 1 では、各ノード 10 が W L A N の S T A 機能を有する場合について説明したが、S T A 機能を有するノード 10 を限定することもできる。そこで、S T A 機能を有するノード 10 を限定する場合について説明する。

【0066】

まず、ノード 10 のグループ化について説明する。図 11 は、ノード 10 のグループ化の一例を示す図である。図 11 に示すように、ノード 10 は近接する 12 個ごとにグループ化される。例えば、グループ₁には、ノード₁~ノード₃、ノード₁₀~ノード₁₂、ノード₁₉~ノード₂₁及びノード₂₈~ノード₃₀が含まれ、グループ₂には、ノード₄~ノード₆、ノード₁₃~ノード₁₅、ノード₂₂~ノード₂₄及びノード₃₁~ノード₃₃が含まれる。また、グループ₃には、ノード₇~ノード₉、ノード₁₆~ノード₁₈、ノード₂₅~ノード₂₇及びノード₃₄~ノード₃₆が含まれる。

【0067】

そして、各グループには、1つのノード 10 だけが W L A N の S T A 機能を備える。例えば、グループ₁では、ノード₁₁だけが S T A 機能を備える。そして、各ノード 10 は、グループ内の他のノード 10 と通信する場合には、60G 無線を用い、グループ外のノード 10 と通信する場合には W L A N を用いて通信する。

【0068】

例えば、ノード₁は、グループ内のノード₃にパケットを送る場合には 60G 無線を用いる。一方、ノード₁は、グループ外のノード₁₅にパケットを送る場合には、S T A 機能を有するノード₁₁を介して、W L A N でノード₁₅にパケットを送る。また、ノード₁は、ノード₁₁へは 60G 無線を用いてパケットを送る。

【0069】

このように、ノード 10 をグループ化し、W L A N の S T A 機能を有するノード 10 をグループ内に 1 つだけに限定することによって、情報処理システムは、A P 3 に接続するノードを削減し、A P 3 の輻輳を防止することができる。

【0070】

次に、実施例 2 に係る X B の構成について説明する。図 12 A は、実施例 2 に係る X B の構成を示す図である。なお、ここでは説明の便宜上、図 3 A に示した各部と同様の役割を果たす機能部については同一符号を付すこととしてその詳細な説明を省略する。

【0071】

図 12 A に示すように、X B 14 b は、ホスト I / F 141 と、2つの N A T 142 b と、各 N A T 142 b にそれぞれ対応付けられた 2つの G I D - W S T A 142 c と、宛先判断部 142 d と、ルーティング部 143 と、5つのパケット解析部 144 とを有する。また、X B 14 b は、5つの I / F 145 と、60G 無線上部 146 a と、60G 無線下部 146 b と、60G 無線左部 146 c と、60G 無線右部 146 d と、W L A N 部 147 と、N I レジスタ 148 とを有する。

【0072】

N A T 142 b は、パケットの宛先をホスト I / F 141 又はパケット解析部 144 から受け取り、宛先のノード 10 の識別子を検索し、検索した宛先のノード 10 の識別子を宛先判断部 142 d 及び対応する G I D - W S T A 142 c に渡す。また、N A T 142 b は、N I レジスタ 148 の情報に基づいて自ノードの情報から自ノードの識別子を検索し、検索した自ノードの識別子を宛先判断部 142 d 及び対応する G I D - W S T A 142 c に渡す。

【0073】

G I D - W S T A 142 c は、対応付けられた N A T 142 b から N I D を受け取り、

10

20

30

40

50

N I DからG I D（グループI D）及びS T A機能有無を検索する検索テーブルである。G I D - W S T A 1 4 2 cは、検索したG I D及びS T A機能有無を宛先判断部1 4 2 dに渡す。なお、G I D - W S T A 1 4 2 cの詳細については後述する。

【0074】

宛先判断部1 4 2 dは、N A T 1 4 2 bにより検索されたパケットの宛先のN I D及び自ノードのN I Dと、G I D - W S T A 1 4 2 cにより検索されたG I D及びS T A機能有無に基づいてパケットのルーティング先を判断する。そして、宛先判断部1 4 2 dは、ルーティング先の情報をルーティング情報としてルーティング部1 4 3に渡す。

【0075】

なお、図1 2 Aに示すX B 1 4 bは、6 0 G無線モジュール及びW L A N部1 4 7を有するが、6 0 G無線モジュール及びW L A N部1 4 7をX Bの外に設けることもできる。図1 2 Bは、6 0 G無線モジュール及びW L A N部1 4 7を外に設けた他のX Bの構成を示す図である。

【0076】

図1 2 Bに示すように、X B 1 4 cは、6 0 G無線上部1 4 6 a、6 0 G無線下部1 4 6 b、6 0 G無線左部1 4 6 c、6 0 G無線右部1 4 6 d及びW L A N部1 4 7を有しない。X B 1 4 cは、外に設けられた6 0 G無線上部1 0 a、6 0 G無線下部1 0 b、6 0 G無線左部1 0 c、6 0 G無線右部1 0 d及びW L A N部1 0 eを用いて無線通信を行う。

【0077】

次に、G I D - W S T A 1 4 2 cの詳細について説明する。図1 3は、G I D - W S T A 1 4 2 cが記憶するG I D及びS T A機能有無の一例を示す図である。図1 3に示すように、G I D - W S T A 1 4 2 cは、N I DとG I DとW S T Aとを対応付けてノード1 0ごとに記憶する。G I Dは、宛先のノード1 0が属するグループを識別する識別子である。W S T Aは、宛先のノード1 0がW L A NのS T A機能を有するか否かを示し、「0」はS T A機能を有さないことを示し、「1」はS T A機能を有することを示す。

【0078】

例えば、図1 3に示すように、N I Dが1 2 ' h 1 __ 0 __ 1であるノード1 0は、G I Dが1のグループに属し、S T A機能を有しない。また、N I Dが1 2 ' h 2 __ 0 __ 3であるノード1 0は、G I Dが2のグループに属し、S T A機能を有する。

【0079】

このように、G I D - W S T A 1 4 2 cがN I DとG I DとW S T Aとを対応付けて記憶し、N I DからG I D及びW S T Aを検索することで、ノード1 0はパケットの宛先のノード1 0が属するグループを知ることができる。また、ノード1 0は自ノードが属するグループとW S T Aとを知ることができる。

【0080】

次に、実施例2に係るノード1 0による受信処理のフローについて説明する。図1 4は、実施例2に係るノード1 0による受信処理のフローを示すフローチャートである。図1 4に示すように、ノード1 0は、パケットを受信する（ステップS 4 1）と、パケットの宛先が自ノードであるか否かを判定する（ステップS 4 2）。その結果、パケットの宛先が自ノードである場合には、ホストへパケットを送信する（ステップS 5 7）。

【0081】

一方、パケットの宛先が自ノードでない場合には、ノード1 0は、N A T検索、すなわちN A T 1 4 2 bを用いて宛先のM A Cアドレス及び自ノードに対するテーブル検索を行い（ステップS 4 3）、宛先及び自ノードのN I Dを検索する。そして、ノード1 0は、G I D - W S T A検索、すなわちG I D - W S T A 1 4 2 cを用いてN I DからG I D及びW S T Aを検索し（ステップS 4 4）、宛先及び自ノードのG I D及びW S T Aを検索する。

【0082】

そして、ノード1 0は、検索したG I Dが自G I Dと等しいか否かを判定し（ステップ

10

20

30

40

50

S 4 5)、検索した G I D が自 G I D と等しい場合には、宛先及び自ノードの N I D を比較する(ステップ S 4 6)。そして、ノード 1 0 は、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きいかな否かを判定し(ステップ S 4 7)、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きい場合には、6 0 G 無線右部 1 4 6 d を用いてパケットを送信する(ステップ S 5 3)。

【 0 0 8 3 】

一方、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きくない場合には、ノード 1 0 は、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さいかな否かを判定する(ステップ S 4 8)。その結果、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さい場合には、ノード 1 0 は、6 0 G 無線左部 1 4 6 c を用いてパケットを送信する(ステップ S 5 2)。

10

【 0 0 8 4 】

一方、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さくない場合には、X 1 と X 2 が等しい場合なので、ノード 1 0 は、宛先の Y 座標 Y 1 が自ノードの Y 座標 Y 2 より大きいかな否かを判定する(ステップ S 4 9)。その結果、宛先の Y 座標 Y 1 が自ノードの Y 座標 Y 2 より大きい場合には、ノード 1 0 は、6 0 G 無線上部 1 4 6 a を用いてパケットを送信する(ステップ S 5 1)。一方、宛先の Y 座標 Y 1 が自ノードの Y 座標 Y 2 より大きくない場合には、ノード 1 0 は、6 0 G 無線下部 1 4 6 b を用いてパケットを送信する(ステップ S 5 0)。

【 0 0 8 5 】

また、検索した G I D が自 G I D と等しくない場合(ステップ S 4 5、N o)には、別のグループへの送信なので、ノード 1 0 は、自ノードの W S T A が 1 であるかな否かを判定する(ステップ S 5 4)。その結果、自ノードの W S T A が 1 でない場合には、ノード 1 0 は、グループ内の W S T A が 1 のノード 1 0 に送信する場合の 6 0 G 無線モジュールへパケットをルーティングする。すなわち、ノード 1 0 は、自グループで S T A 機能を有する N I D と自ノードの N I D を比較し(ステップ S 5 5)、ステップ S 4 7 に移動する。一方、自ノードの W S T A が 1 である場合には、ノード 1 0 は、W L A N モジュールを用いてパケットを送信する(ステップ S 5 6)。

20

【 0 0 8 6 】

次に、実施例 2 に係るノード 1 0 による送信処理のフローについて説明する。図 1 5 は、実施例 2 に係るノード 1 0 による送信処理のフローを示すフローチャートである。図 1 5 に示すように、ノード 1 0 は、N A T 検索、すなわち N A T 1 4 2 b を用いて宛先の M A C アドレス及び自ノードに対するテーブル検索を行い(ステップ S 6 1)、宛先及び自ノードの N I D を検索する。そして、ノード 1 0 は、G I D - W S T A 検索、すなわち G I D - W S T A 1 4 2 c を用いて N I D から G I D 及び W S T A を検索し(ステップ S 6 2)、宛先及び自ノードの G I D 及び W S T A を検索する。

30

【 0 0 8 7 】

そして、ノード 1 0 は、検索した G I D が自 G I D と等しいかな否かを判定し(ステップ S 6 3)、検索した G I D が自 G I D と等しい場合には、宛先及び自ノードの N I D を比較する(ステップ S 6 4)。そして、ノード 1 0 は、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きいかな否かを判定し(ステップ S 6 5)、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きい場合には、6 0 G 無線右部 1 4 6 d を用いてパケットを送信し(ステップ S 7 1)、ステップ S 7 2 へ進む。

40

【 0 0 8 8 】

一方、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きくない場合には、ノード 1 0 は、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さいかな否かを判定する(ステップ S 6 6)。その結果、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さい場合には、ノード 1 0 は、6 0 G 無線左部 1 4 6 c を用いてパケットを送信し(ステップ S 7 0)、ステップ S 7 2 へ進む。

【 0 0 8 9 】

一方、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さくない場合には、X 1 と X 2

50

が等しい場合なので、ノード10は、宛先のY座標Y1が自ノードのY座標Y2より大きいかなかを判定する(ステップS67)。その結果、宛先のY座標Y1が自ノードのY座標Y2より大きい場合には、ノード10は、60G無線上部146aを用いてパケットを送信し(ステップS69)、ステップS72へ進む。一方、宛先のY座標Y1が自ノードのY座標Y2より大きくない場合には、ノード10は、60G無線下部146bを用いてパケットを送信する(ステップS68)。

【0090】

そして、ノード10は、ACKを受信したかなかを判定し(ステップS72)、ACKを受信した場合には処理を終了し、ACKを受信しなかった場合には、WLANモジュールで再送する(ステップS73)。

10

【0091】

また、検索したGIDが自GIDと等しくない場合(ステップS63、No)には、別のグループへの送信なので、ノード10は、自ノードのWSTAが1であるかなかを判定する(ステップS74)。その結果、自ノードのWSTAが1でない場合には、ノード10は、グループ内のWSTAが1のノード10に送信する場合の60G無線モジュールへパケットをルーティングする。すなわち、ノード10は、自グループでSTA機能を有するNIDと自ノードのNIDを比較し(ステップS75)、ステップS65に移動する。一方、自ノードのWSTAが1である場合には、ノード10は、WLANモジュールを用いてパケットを送信する(ステップS76)。

【0092】

20

このように、グループ外にパケットを送信する場合に、ノード10は、グループ内でSTA機能を有するノード10にパケットを送信し、STA機能を有するノード10がWLANを用いてパケットを送信する。したがって、情報処理システムは、AP3の輻輳を減らすことができる。

【0093】

上述してきたように、実施例2では、近接するノード10がグループ化され、ノード10は、同一グループ内では60G無線でパケットを送信し、別のグループへはWLANでパケットを送信する。したがって、ノード10は、GIDを用いて60G無線とWLANを適切に使い分けることができ、情報処理システムは、多数のノード10を無線で高速に接続することができる。なお、ここでは、近接する12個のノード10をグループ化したが、情報処理システムは、任意の個数のノード10をグループ化することができる。

30

【実施例3】

【0094】

上記実施例1及び2では、60G無線モジュールが上下左右に隣接するノード10のみと通信する場合について説明したが、60G無線モジュールはいくつかのノード10をまたいだノード10と通信することもできる。そこで、実施例3では、60G無線モジュールがいくつかのノード10をまたいだノード10と通信する場合について説明する。

【0095】

図16は、実施例3に係る通信イメージを示す図である。図16において、(a)は実施例1に対応して近くのノード10に60G無線でパケットを送信する場合を示し、(b)は実施例2に対応してグループ内外のノード10にパケットを送信する場合を示す。

40

【0096】

図16(a)に示すように、送信元のノードSは、近くのノードD₁にパケットを送信する場合に、右方向に1つノードを跨いだ中継ノードRに60G無線でパケットを送信する。そして、中継ノードRは、下方向に1つノードを跨いだノードD₁に60G無線でパケットを送信する。

【0097】

また、図16(b)に示すように、送信元のノードSは、グループ内のノードD₁にパケットを送信する場合に、右隣の中継ノードR₁に60G無線でパケットを送信する。そして、中継ノードR₁は、下方向に1つノードを跨いだノードD₁に60G無線でパケット

50

を送信する。また、送信元のノードSは、グループ外のノードD₂にパケットを送信する場合に、右方向に1つノードを跨いだ中継ノードR₂に60G無線でパケットを送信する。そして、中継ノードR₂は、下方向に1つノードを跨いだノードWに60G無線でパケットを送信する。ここで、ノードWは、WLANのSTA機能を備え、WLANでAP3経由でパケットをノードD₂に送信する。

【0098】

このように、実施例3に係るノード10は、近くのノード10又はグループ内のノード10にパケットを送信する場合に、自ノードとY座標が同じで宛先のノード10とX座標が同じ中継ノードに左右の60G無線モジュールでパケットを送信する。そして、中継ノードは、受信したパケットを上下の60G無線モジュールで宛先のノード10に送信する。したがって、実施例3に係るノード10は、60G無線でパケットを送信する場合に、中継するノード10の数を減らすことができ、より高速にパケットを送信することができる。

10

【0099】

なお、送信元ノードと中継ノードに挟まれたノード10などパケットを中継する必要がないノード10は、受信したパケットを破棄する。したがって、中継ノードだけがパケットを送信元から宛先に送信することができる。

【0100】

次に、実施例3に係るノード10による受信処理のフローについて説明する。図17は、実施例3に係るノード10による受信処理のフローを示す第1のフローチャートであり、図18は、実施例3に係るノード10による受信処理のフローを示す第2のフローチャートである。図17は、実施例1に対応してノード10が送信先のノード10との距離に基づいてパケットを送信する場合を示し、図18は、実施例2に対応してノード10がグループ内外のノード10にパケットを送信する場合を示す。

20

【0101】

図17に示すように、ノード10は、パケットを受信する(ステップS81)と、パケットの宛先が自ノードであるか否かを判定する(ステップS82)。その結果、パケットの宛先が自ノードである場合には、ホストへパケットを送信する(ステップS94)。

【0102】

一方、パケットの宛先が自ノードでない場合には、ノード10は、NAT検索、すなわちNAT142aを用いて宛先のMACアドレス及び自ノードに対するテーブル検索を行い(ステップS83)、宛先及び自ノードのNIDを検索する。そして、ノード10は、宛先及び自ノードのNIDを比較し(ステップS84)、X座標の差とY座標の差との和が所定の閾値D_{th}より大きいかが否かを判定する(ステップS85)。その結果、X座標の差とY座標の差との和が所定の閾値D_{th}より大きい場合には、ノード10は、パケットをWLANモジュールを用いて送信する(ステップS93)。

30

【0103】

一方、X座標の差とY座標の差との和が所定の閾値D_{th}より大きくない場合には、ノード10は、宛先のX座標X₁が自ノードのX座標X₂と等しいかが否かを判定する(ステップS86)。その結果、宛先のX座標X₁が自ノードのX座標X₂と等しくない場合には、自ノードは中継ノードではないので、ノード10は、パケットを廃棄する(ステップS92)。

40

【0104】

一方、宛先のX座標X₁が自ノードのX座標X₂と等しい場合には、ノード10は、自ノードのY座標Y₂が送信元のY座標Y₃と等しいかが否かを判定する(ステップS87)。その結果、自ノードのY座標Y₂が送信元のY座標Y₃と等しくない場合には、自ノードは中継ノードではないので、ノード10は、パケットを廃棄する(ステップS91)。

【0105】

一方、自ノードのY座標Y₂が送信元のY座標Y₃と等しい場合には、中継ノードである場合なので、ノード10は、宛先のY座標Y₁が自ノードのY座標Y₂より大きいかが否

50

かを判定する（ステップS 8 8）。その結果、宛先のY座標Y 1が自ノードのY座標Y 2より大きい場合には、ノード1 0は、6 0 G無線上部1 4 6 aを用いてパケットを送信する（ステップS 8 9）。一方、宛先のY座標Y 1が自ノードのY座標Y 2より大きくない場合には、ノード1 0は、6 0 G無線下部1 4 6 bを用いてパケットを送信する（ステップS 9 0）。

【0 1 0 6】

また、図1 8に示すように、実施例2に対応する受信処理では、ノード1 0は、パケットを受信する（ステップS 1 0 1）と、パケットの宛先が自ノードであるか否かを判定する（ステップS 1 0 2）。その結果、パケットの宛先が自ノードである場合には、ホストへパケットを送信する（ステップS 1 1 7）。

10

【0 1 0 7】

一方、パケットの宛先が自ノードでない場合には、ノード1 0は、N A T検索、すなわちN A T 1 4 2 bを用いて宛先のM A Cアドレス及び自ノードに対するテーブル検索を行い（ステップS 1 0 3）、宛先及び自ノードのN I Dを検索する。そして、ノード1 0は、G I D - W S T A検索、すなわちG I D - W S T A 1 4 2 cを用いてN I DからG I D及びW S T Aを検索し（ステップS 1 0 4）、宛先及び自ノードのG I D及びW S T Aを検索する。

【0 1 0 8】

そして、ノード1 0は、検索したG I Dが自G I Dと等しいか否かを判定し（ステップS 1 0 5）、検索したG I Dが自G I Dと等しい場合には、宛先及び自ノードのN I Dを比較する（ステップS 1 0 6）。そして、ノード1 0は、宛先のX座標X 1が自ノードのX座標X 2と等しいか否かを判定する（ステップS 1 0 7）。その結果、宛先のX座標X 1が自ノードのX座標X 2と等しくない場合には、自ノードは中継ノードではないので、ノード1 0は、パケットを廃棄する（ステップS 1 1 3）。

20

【0 1 0 9】

一方、宛先のX座標X 1が自ノードのX座標X 2と等しい場合には、ノード1 0は、自ノードのY座標Y 2が送信元のY座標Y 3と等しいか否かを判定する（ステップS 1 0 8）。その結果、自ノードのY座標Y 2が送信元のY座標Y 3と等しくない場合には、自ノードは中継ノードではないので、ノード1 0は、パケットを廃棄する（ステップS 1 1 2）。

30

【0 1 1 0】

一方、自ノードのY座標Y 2が送信元のY座標Y 3と等しい場合には、中継ノードである場合なので、ノード1 0は、宛先のY座標Y 1が自ノードのY座標Y 2より大きいか否かを判定する（ステップS 1 0 9）。その結果、宛先のY座標Y 1が自ノードのY座標Y 2より大きい場合には、ノード1 0は、6 0 G無線上部1 4 6 aを用いてパケットを送信する（ステップS 1 1 0）。一方、宛先のY座標Y 1が自ノードのY座標Y 2より大きくない場合には、ノード1 0は、6 0 G無線下部1 4 6 bを用いてパケットを送信する（ステップS 1 1 1）。

【0 1 1 1】

また、検索したG I Dが自G I Dと等しくない場合（ステップS 1 0 5、N o）には、別のグループへの送信なので、ノード1 0は、自ノードのW S T Aが1であるか否かを判定する（ステップS 1 1 4）。その結果、自ノードのW S T Aが1でない場合には、ノード1 0は、グループ内のW S T Aが1のノード1 0に送信する場合の6 0 G無線モジュールへパケットをルーティングする。すなわち、ノード1 0は、自グループでS T A機能を有するN I Dと自ノードのN I Dを比較し（ステップS 1 1 5）、ステップS 1 0 7に移動する。一方、自ノードのW S T Aが1である場合には、ノード1 0は、W L A Nモジュールを用いてパケットを送信する（ステップS 1 1 6）。

40

【0 1 1 2】

このように、ノード1 0は、パケットを受信すると、自ノードが宛先でなく、中継ノードでもない場合には、受信したパケットを廃棄する。したがって、中継ノードだけがパケ

50

ットを中継することができ、宛先に同一パケットが複数送信されることを防ぐことができる。

【 0 1 1 3 】

上述してきたように、実施例 3 では、ノード 1 0 は、6 0 G 無線でパケットを送信する場合に、自ノードと Y 座標が同じで宛先のノード 1 0 と X 座標が同じ中継ノードに左右の 6 0 G 無線モジュールでパケットを送信する。そして、中継ノードは、受信したパケットを上下の 6 0 G 無線モジュールで宛先のノード 1 0 に送信する。したがって、ノード 1 0 は、6 0 G 無線でパケットを送信する場合に、中継するノード 1 0 の数を減らすことができ、より高速にパケットを送信することができる。

【 0 1 1 4 】

なお、実施例 3 では、送信元ノードが左右方向のノード 1 0 に送信後、中継ノードが宛先まで上下方向に送信する場合について説明したが、送信元ノードが上下方向のノード 1 0 に送信後、中継ノードが宛先まで左右方向に送信することもできる。

【 0 1 1 5 】

また、実施例 1 ~ 3 では、X B をハードウェアで実現する場合について説明したが、X B が有するルーティング機能をソフトウェアによって実現することで、同様の機能を有する通信プログラムを得ることができる。そこで、通信プログラムを実行する X B のハードウェア構成について説明する。

【 0 1 1 6 】

図 1 9 は、通信プログラムを実行する X B のハードウェア構成を示す図である。図 1 9 に示すように、X B 1 4 d は、ホスト I / F 1 4 1 と、5 つの I / F 1 4 5 と、M P U (Micro Processing Unit) 1 5 1 と、フラッシュメモリ 1 5 2 と、R A M (Random Access Memory) 1 5 3 とを有する。

【 0 1 1 7 】

ホスト I / F 1 4 1 は、自ノードの C P U 1 1 とのインタフェースであり、C P U 1 1 から受け取ったパケットを M P U 1 5 1 に渡し、M P U 1 5 1 から受け取ったパケットを自ノードの C P U 1 1 に渡す。I / F 1 4 5 は、6 0 G 無線モジュール又は W L A N モジュールから受け取った信号をパケットに変換し、M P U 1 5 1 に渡す。また、I / F 1 4 5 は、M P U 1 5 1 から受け取ったパケットを信号に変換して接続する 6 0 G 無線モジュール又は W L A N モジュールに渡す。

【 0 1 1 8 】

M P U 1 5 1 は、フラッシュメモリ 1 5 2 から通信プログラムを読み出して実行する処理装置である。フラッシュメモリ 1 5 2 は、通信プログラムを記憶する不揮発性メモリである。また、フラッシュメモリ 1 5 2 は、N A T 1 4 2 b 及び G I D - W S T A 1 4 2 c が記憶する情報及び N I レジスタ 1 4 8 が記憶する情報を記憶する。R A M 1 5 3 は、プログラムの実行途中結果やテーブルなどを記憶するメモリである。N A T 1 4 2 b 及び G I D - W S T A 1 4 2 c が記憶する情報は、通信プログラムの実行時にフラッシュメモリ 1 5 2 から読み出されて R A M 1 5 3 に書き込まれる。

【 0 1 1 9 】

また、実施例 1 ~ 3 では、6 0 G H z 帯の周波数を使用する 6 0 G 無線及び W L A N を用いる場合について説明した。しかしながら、本発明は 6 0 G 無線及び W L A N に限定されるものではなく、通信速度や電波の届く範囲が異なる 2 種類の無線モジュールあるいは有線通信を適宜組み合わせ用いる場合にも同様に適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 0 】

- 1 ラック
- 2 N W スイッチ
- 3 A P
- 4 S T A
- 1 0 ノード

10

20

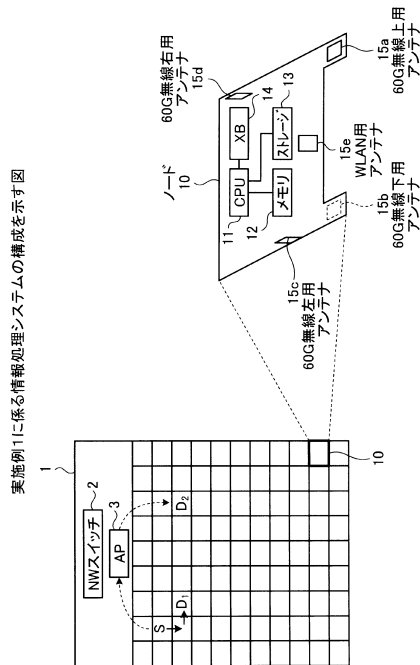
30

40

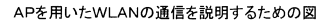
50

1 0 a , 1 4 6 a	6 0 G 無 線 上 部	
1 0 b , 1 4 6 b	6 0 G 無 線 下 部	
1 0 c , 1 4 6 c	6 0 G 無 線 左 部	
1 0 d , 1 4 6 d	6 0 G 無 線 右 部	
1 0 e , 1 4 7	W L A N 部	
1 1	C P U	
1 2	メ モ リ	
1 3	ス ト レ ー ジ	
1 4 , 1 4 a , 1 4 b , 1 4 c , 1 4 d	X B	
1 5 a	6 0 G 無 線 上 用 ア ン テ ナ	10
1 5 b	6 0 G 無 線 下 用 ア ン テ ナ	
1 5 c	6 0 G 無 線 左 用 ア ン テ ナ	
1 5 d	6 0 G 無 線 右 用 ア ン テ ナ	
9 2 , 9 4	ス イ ッ チ ン グ ノ ード	
9 5	バ ッ ク プ レ ー ン	
9 6	配 線 パ タ ー ン	
1 4 1	ホ ス ト I / F	
1 4 2 , 1 4 2 d	宛 先 判 断 部	
1 4 2 a , 1 4 2 b	N A T	
1 4 2 c	G I D - W S T A	20
1 4 3	ル ー テ ィ ン グ 部	
1 4 4	パ ケ ッ ト 解 析 部	
1 4 5	I / F	
1 4 8	N I レ ジ ス タ	
1 5 1	M P U	
1 5 2	フ ラ ッ シ ュ メ モ リ	
1 5 3	R A M	

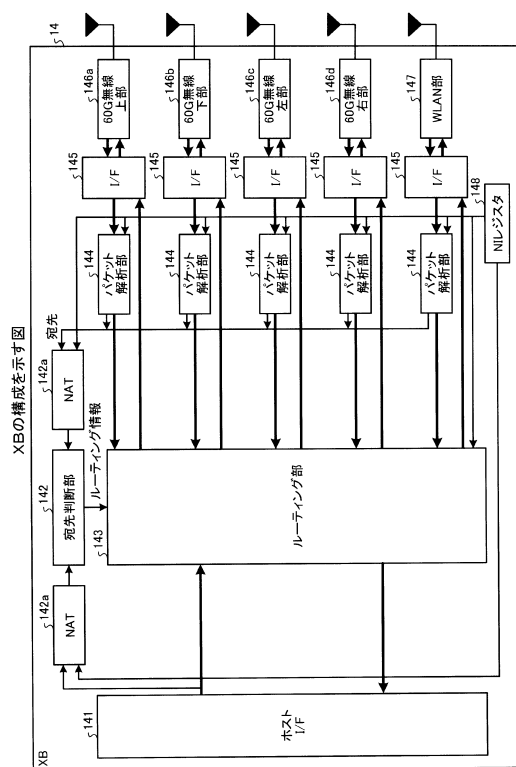
【 図 1 】



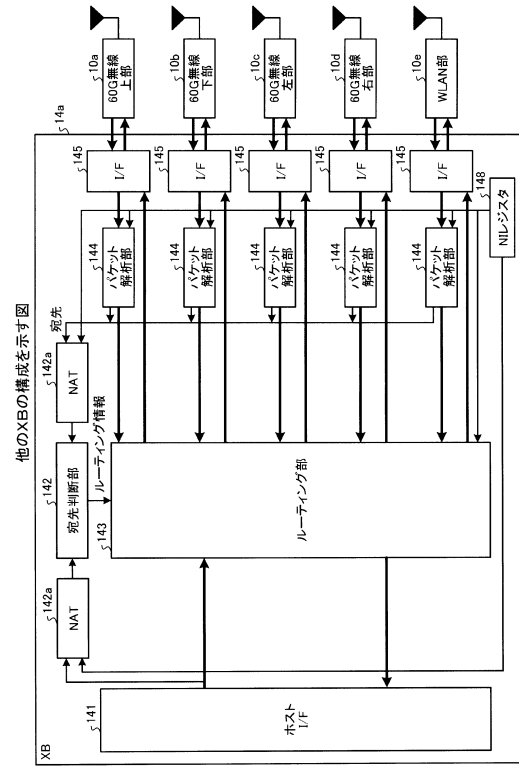
【 図 2 】



【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



【図 4】

NATが記憶する宛先及び識別子の一例を示す図

MACアドレス	NID
48'h**** *~~~ ****	12'h1_0_1
48'h**** *~~~ ****	12'h2_0_1
48'h**** *~~~ ****	12'h3_0_1
48'h**** *~~~ ****	12'h4_0_1
...	...

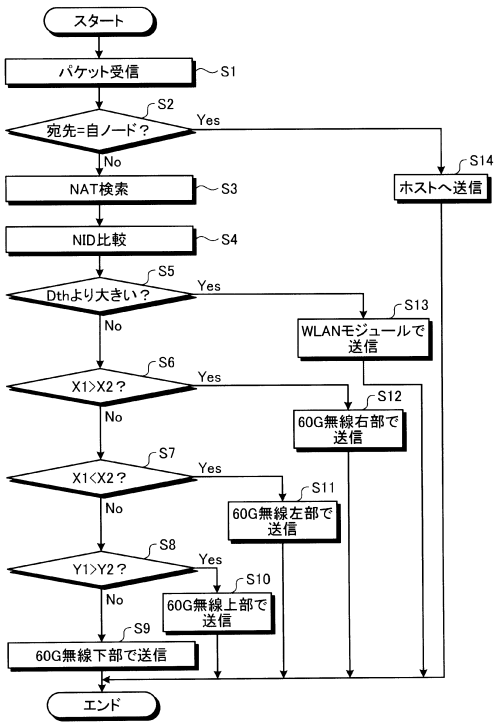
【図 5】

NIDとラック内のノード位置の関係の一例を示す図

1					
NWスイッチ 2					
AP 3					
12'h1_** (1,n)	12'h2_** (2,n)	12'h3_** (3,n)	12'h4_** (4,n)	12'h5_** (5,n)	12'h6_** (6,n)
⋮					
12'h1_0.5 (1,5)	12'h2_0.5 (2,5)	12'h3_0.5 (3,5)	12'h4_0.5 (4,5)	12'h5_0.5 (5,5)	12'h6_0.5 (6,5)
12'h1_0.4 (1,4)	12'h2_0.4 (2,4)	12'h3_0.4 (3,4)	12'h4_0.4 (4,4)	12'h5_0.4 (5,4)	12'h6_0.4 (6,4)
12'h1_0.3 (1,3)	12'h2_0.3 (2,3)	12'h3_0.3 (3,3)	12'h4_0.3 (4,3)	12'h5_0.3 (5,3)	12'h6_0.3 (6,3)
12'h1_0.2 (1,2)	12'h2_0.2 (2,2)	12'h3_0.2 (3,2)	12'h4_0.2 (4,2)	12'h5_0.2 (5,2)	12'h6_0.2 (6,2)
12'h1_0.1 (1,1)	12'h2_0.1 (2,1)	12'h3_0.1 (3,1)	12'h4_0.1 (4,1)	12'h5_0.1 (5,1)	12'h6_0.1 (6,1)

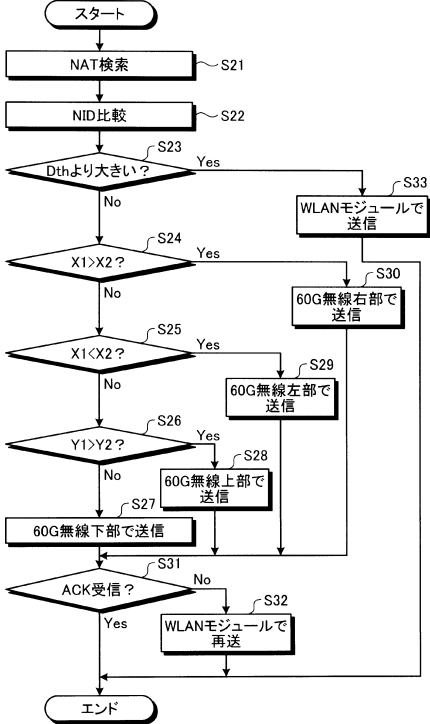
【図 6】

実施例1に係るノードによる受信処理のフローを示すフローチャート



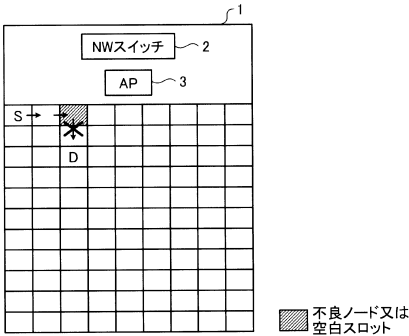
【図 7】

実施例1に係るノードによる送信処理のフローを示すフローチャート



【図 8】

パケットが届かない場合を示す図



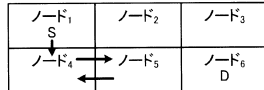
【 図 9 】

ルーティングテーブルの一例を示す図

宛先	ルーティング先
ノード ₁	ホスト
ノード ₂	60G無線 右
ノード ₃	60G無線 右
ノード ₄	60G無線 下
...	...
ノード ₄₀₀	60G無線 下

【 図 1 0 】

ルーティングテーブルの誤った設定例を示す図



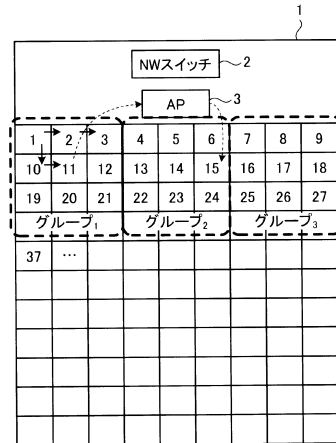
ノード _i 設定	
宛先	ルーティング先
略	
ノード ₆	60G無線 下

ノード ₄ 設定	
宛先	ルーティング先
略	
ノード ₆	60G無線 右

ノード ₅ 設定	
宛先	ルーティング先
略	
ノード ₆	60G無線 左 (正しくは右)

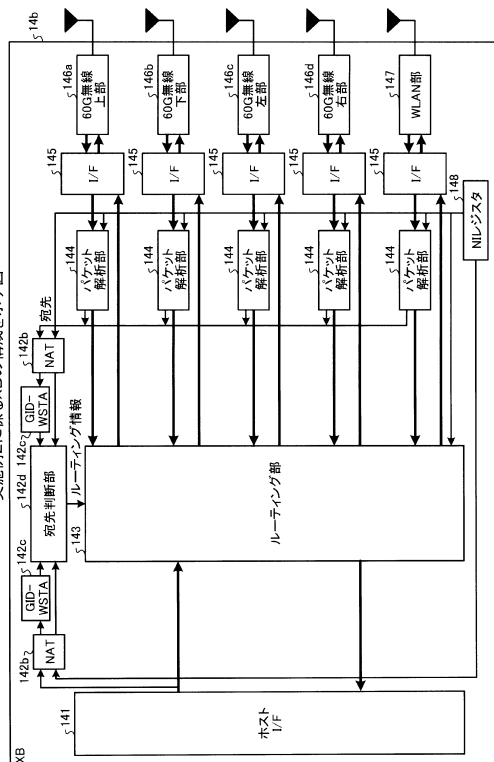
【 図 1 1 】

ノードのグループ化の一例を示す図



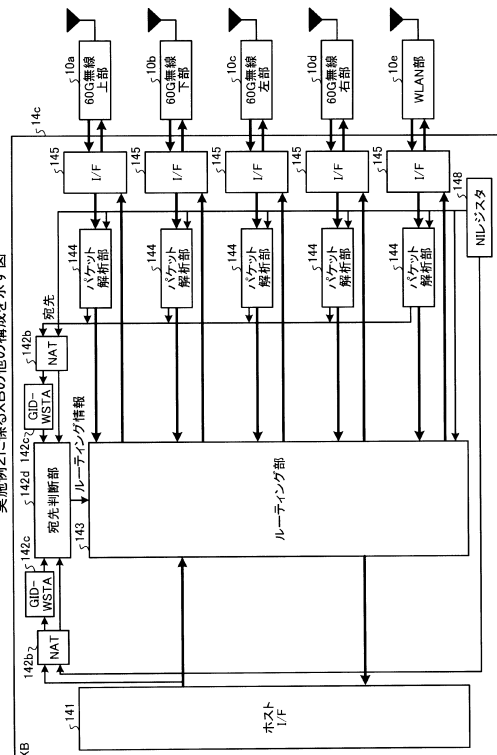
【 図 1 2 A 】

実施例2に係るXBの構成を示す図



【 図 1 2 B 】

実施例2に係るXBの他の構成を示す図



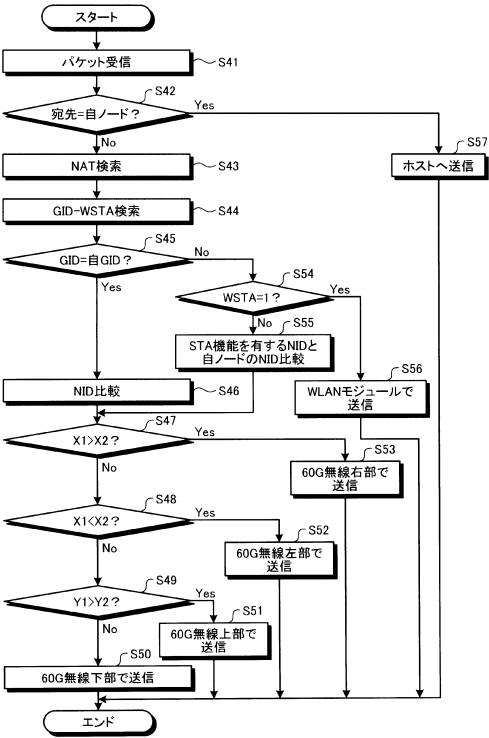
【図 1 3】

GID-WSTAが記憶するGID及びSTA機能有無の一例を示す図

NID	GID	WSTA
12h1_0_1	1	0
12h1_0_2	1	0
12h1_0_3	1	1
12h1_0_4	1	0
12h2_0_1	2	0
12h2_0_2	2	0
12h2_0_3	2	1
12h2_0_4	2	0
...

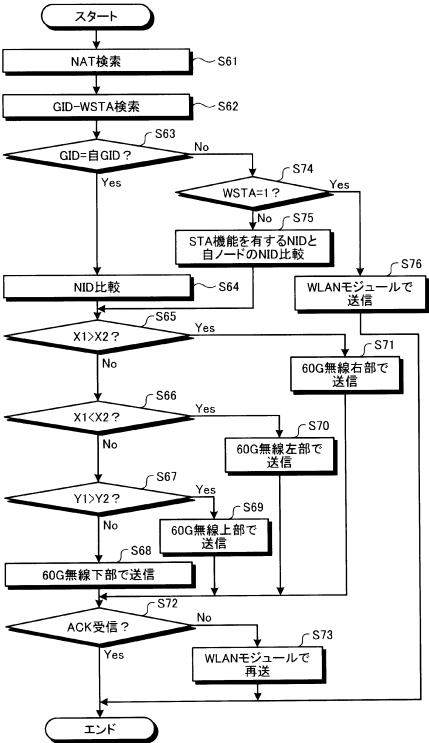
【図 1 4】

実施例2に係るノードによる受信処理のフローを示すフローチャート



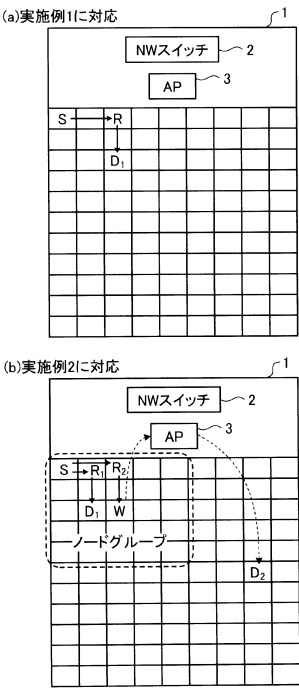
【図 1 5】

実施例2に係るノードによる送信処理のフローを示すフローチャート



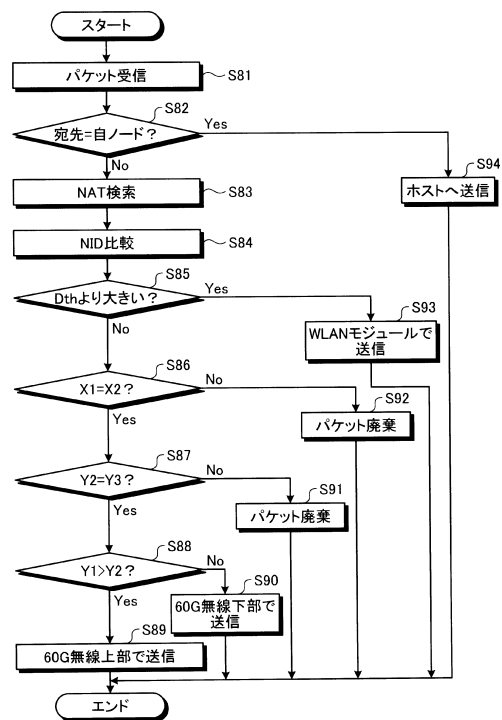
【図 1 6】

実施例3に係る通信イメージを示す図



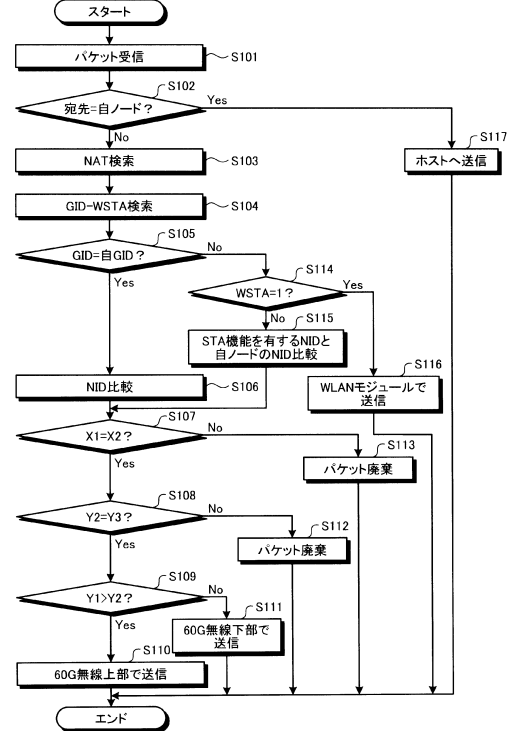
【図 17】

実施例3に係るノードによる受信処理のフローを示す第1のフローチャート



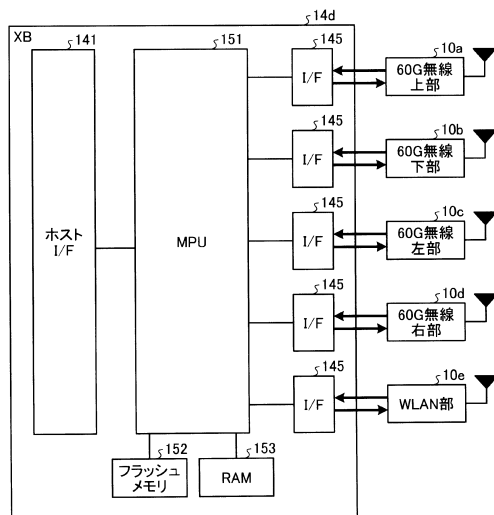
【図 18】

実施例3に係るノードによる受信処理のフローを示す第2のフローチャート



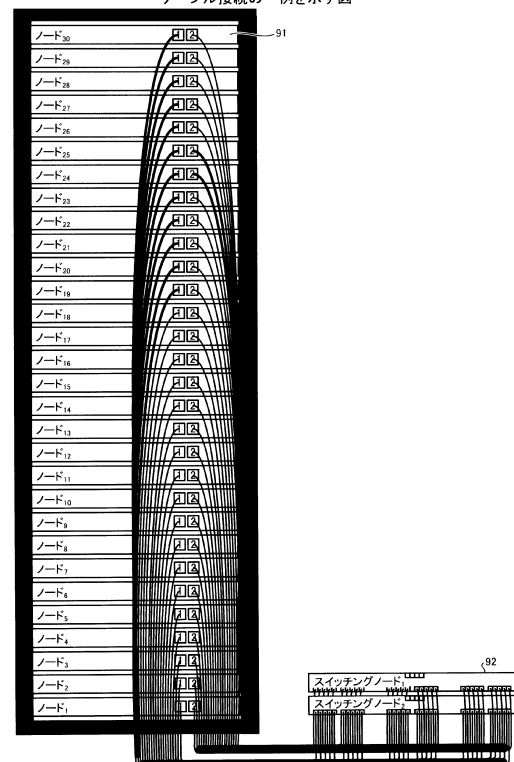
【図 19】

通信プログラムを実行するXBのハードウェア構成を示す図



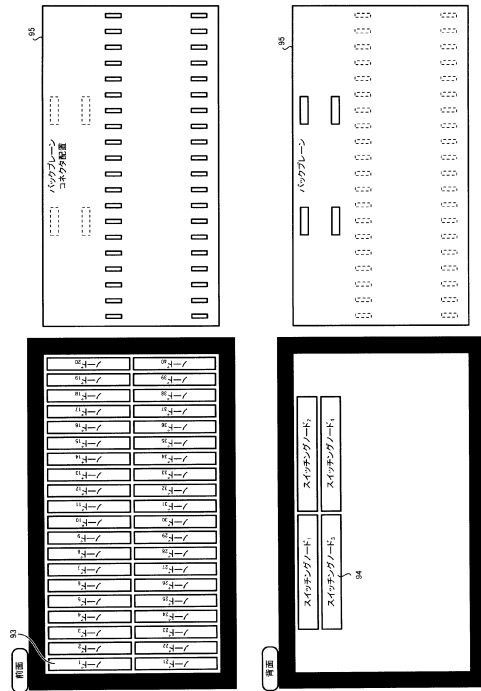
【図 20】

ケーブル接続の一例を示す図



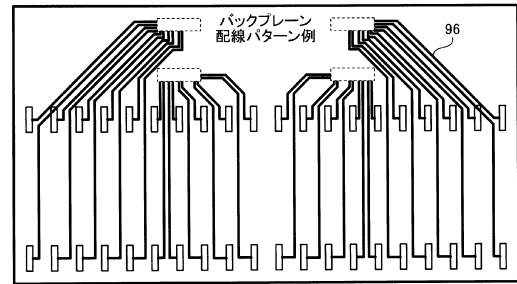
【図 2 1 A】

バックプレーン接続を用いる筐体の前面及び背面を示す図



【図 2 1 B】

バックプレーン配線パターンの一例を示す図



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-184659(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0163117(US,A1)
特開2008-283275(JP,A)
特開2000-181882(JP,A)
特開2011-049929(JP,A)
特開2004-072565(JP,A)
特開2012-080390(JP,A)
特開2011-221911(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04M	3/00
H04M	3/16 - 3/20
H04M	3/38 - 3/58
H04M	7/00 - 7/16
H04M	11/00 - 11/10
H04L	12/28
H04L	12/44 - 12/46
H04L	12/00 - 12/26
H04L	12/50 - 12/955
H04W	4/00 - 99/00