

(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 1
HO4M 3/00 (2006.01)	HO4M 3/00 Z
HO4L 12/701 (2013.01)	HO4L 12/701
HO4L 12/46 (2006.01)	HO4L 12/46 A
HO4W 40/02 (2009.01)	HO4W 40/02
HO4W 48/18 (2009.01)	HO4W 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

10

20

前記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、クロスバー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。

10

#### 【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。

20

#### 【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】

30

##### 【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。

40

##### 【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

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-WSTA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例を示す図である。

【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づ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 AP 3 と 99 台のノード 10 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 99 台のノード 10 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 10 あるいはより少ないノード 10 を 1 つのラックに搭載することができる。

#### 【0016】

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。AP 3 は、2.4 GHz 帯及び 5 GHz 帯の周波数を使用する WLAN (Wireless Local Area Network) のアクセスポイントである。図 2 は、AP 3 を用いた WLAN の通信を説明するための図である。図 2 は、AP 3 と 3 つの STA (ステーション) 4 からなる無線システムである。

10

#### 【0017】

図 2 に示すように、STA 4 は他の STA 4 にデータを転送する場合、AP 3 を介してデータを転送する。したがって、STA 4 の数が多い場合には、AP 3 にデータが集中し、輻輳が生じる。また、WLAN の通信速度は 600 メガビット/秒 (Mbps) 程度であり、有線の通信速度は 1.0 ギガビット/秒 (Gbps) より大きいため、有線の通信に比べて WLAN の通信速度は遅い。

#### 【0018】

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 AP 3 を介して通信が行われる。一方、AP 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

#### 【0019】

ノード 10 は、CPU 11 と、メモリ 12 と、ストレージ 13 と、XB 14 とを有する情報処理装置である。また、ノード 10 は、60G 無線上用アンテナ 15a と、60G 無線下用アンテナ 15b と、60G 無線左用アンテナ 15c と、60G 無線右用アンテナ 15d と、WLAN 用アンテナ 15e とを有する。なお、ノード 10 は、筐体内に収容されている。また、60G 無線上用アンテナ 15a、60G 無線下用アンテナ 15b、60G 無線左用アンテナ 15c、60G 無線右用アンテナ 15d 及び WLAN 用アンテナ 15e は、XB 14 と接続されている。

30

#### 【0020】

CPU 11 は、メモリ 12 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 12 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 RAM (Random Access Memory) である。ストレージ 13 は、データを記憶する不揮発性メモリであり、例えば、NAND フラッシュメモリである。また、ストレージ 13 は、ノード 10 にインストールされたプログラムを記憶する。

#### 【0021】

XB 14 は、他のノード 10 と通信を行うためのクロスバースイッチである。XB 14 は、1 つの LSI である。60G 無線上用アンテナ 15a は、60GHz 帯の周波数を使用する無線通信である 60G 無線のアンテナであり、上向きの方向に設置され、ラック 1 内で上に隣接するノード 10 との通信に用いられる。同様に、60G 無線下用アンテナ 15b は、60G 無線のアンテナであり、下向きの方向に設置され、ラック 1 内で下に隣接するノード 10 との通信に用いられる。

40

#### 【0022】

また、60G 無線左用アンテナ 15c は、60G 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 10 との通信に用いられる。60G 無線右用アンテナ 15d は、60G 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 10 との通信に用いられる。

#### 【0023】

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、D<sub>1</sub>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、D<sub>2</sub>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。

10

#### 【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】

20

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、NIREGISTRA148とを有する。

#### 【0027】

ホストI/F141は、自ノードのCPU11とのインターフェースであり、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。

30

#### 【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、NIREGISTRA148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】

40

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NIREGISTRA148の情報に基づいてパケットをいざれかのI/F145に渡す。また、ルーティング部143は、いざ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NIREGISTRA148の情報に基づいてパケットをホストI/F141又はいざれかのI/F145に渡す。

50

## 【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、NID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に渡さなくともよい。

## 【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。NID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無线上部146a、60G無线下部146b、60G無线左部146c、60G無线右部146d及びWLAN部147を有しない。XB14aは、外に設けられた60G無线上部10a、60G無线下部10b、60G無线左部10c、60G無线右部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 $4 \times 12 = 48$ 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

## 【0040】

NIDは、12ビットであり、3つの16進数が「\_\_」で接続されて表される。NIDは、各ノード10を識別する識別子であるとともに、ラック1内のノード10の位置を表す。12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10がラック1内で収容されるスペースである。

## 【0041】

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10のNIDは12'h1\_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10のNIDは12'h6\_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10のNIDは12'h1\_\*\_\*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16進数表示である。また、ここでは、NIDのビット数は12であるが、NIDのビット数はスロットの数に応じて選択される。

## 【0042】

このように、NIDがラック1内のノード10の位置を表わすことによって、宛先判断部142は、パケットの宛先のNIDから宛先のノード10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。

## 【0043】

すなわち、宛先判断部142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、WLAN部147をルーティング先として決定する。一方、宛先判断部142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60G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142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、60G無線右部146d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、60G無線左部146cをルーティング先として決定する。

## 【0044】

また、宛先判断部142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142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60G無線上部146a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60G無線下部146bをルーティング先として決定する。

## 【0045】

このように、宛先判断部142は、パケットの宛先のNIDと自ノードのNID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。

## 【0046】

次に、実施例1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6は、実施例1に係るノード10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10は、パケットを受信する(ステップS1)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S2)。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S14)。

## 【0047】

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S3)、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S4)、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  $D_{th}$  より大きいか否かを判定する（ステップ S 5）。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 S 13）。

#### 【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 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きいか否かを判定する（ステップ S 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 S 12）。

#### 【0049】

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 10 は、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さいか否かを判定する（ステップ S 7）。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 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 S 11）。

#### 【0050】

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 10 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 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 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 S 10）。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 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 S 9）。

#### 【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 NAT 142a 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 S 21）、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 S 22）、X 座標の差と Y 座標の差との和が所定の閾値  $D_{th}$  より大きいか否かを判定する（ステップ S 23）。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 S 33）。

#### 【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 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より大きいか否かを判定する（ステップ S 24）。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 S 30）、ステップ S 31 に移動する。

#### 【0054】

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、ノード 10 は、宛先の X 座標 X 1 が自ノードの X 座標 X 2 より小さいか否かを判定する（ステップ S 25）。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 10 は、60G 無線左部 146c を用いてパケットを送信し（ステップ S 29）、ステップ S 31 に移動する。

#### 【0055】

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 10 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 26）。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 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S28）、ステップS31に移動する。一方、宛先のY座標Y1が自ノードのY座標Y2より大きくなっている場合には、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S27）。

【0056】

そして、ノード10は、ACKを受信したか否かを判定し（ステップS31）、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S32）。ここで、ACKは、宛先のノード10がパケットを受信した場合に送信元に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10は、ACKを受信することができないので、WLANモジュールでパケットを再送する。

10

【0057】

上述してきたように、実施例1では、NAT142aがMACアドレスとラック1内のノード10の位置を表すNIDとを対応させてノード10ごとに記憶し、パケットの宛先及び自ノードのMACアドレスから宛先及び自ノードのNIDを検索する。そして、宛先判断部142が宛先及び自ノードのNID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143が宛先判断部142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10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。

20

【0058】

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10が有するルーティングテーブルを示す。各ノード10は、ラック1の左上から右方向にノード<sub>1</sub>、ノード<sub>2</sub>、ノード<sub>3</sub>、...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。

【0059】

図9において、ルーティング先「60G無線 右」は、ルーティング先が60G無線右部146dであることを示し、ルーティング先「60G無線 下」は、ルーティング先が60G無線下部146bであることを示す。

【0060】

例えば、パケットの宛先がノード<sub>1</sub>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CPU11である。また、パケットの宛先がノード<sub>2</sub>である場合には、ノード<sub>2</sub>はノード<sub>1</sub>の右に配置されるので、ルーティング先は、60G無線右部146dである。

30

【0061】

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10ごとに設定する必要があり、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。

【0062】

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<sub>1</sub>（S）からノード<sub>6</sub>（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<sub>1</sub>、ノード<sub>4</sub>、ノード<sub>5</sub>、ノード<sub>6</sub>の順に転送されるべきであるが、ノード<sub>5</sub>のルーティングテーブルに誤りがあり、ノード<sub>6</sub>のルーティング先として「60G無線 左」が設定されていると、パケットはノード<sub>6</sub>に届かない。

40

【0063】

一方、実施例1のように、NAT142aを用いると、MACアドレスとNID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10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、NAT142a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。

【0064】

50

なお、実施例1では、ノード10は自ノードのNIDをNAT142a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NIDをNIレジスタ148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WLANのSTA機能を有する場合について説明したが、STA機能を有するノード10を限定することもできる。そこで、STA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<sub>1</sub>には、ノード<sub>1</sub>～ノード<sub>3</sub>、ノード<sub>10</sub>～ノード<sub>12</sub>、ノード<sub>9</sub>～ノード<sub>21</sub>及びノード<sub>28</sub>～ノード<sub>30</sub>が含まれ、グループ<sub>2</sub>には、ノード<sub>4</sub>～ノード<sub>6</sub>、ノード<sub>13</sub>～ノード<sub>15</sub>、ノード<sub>22</sub>～ノード<sub>24</sub>及びノード<sub>31</sub>～ノード<sub>33</sub>が含まれる。また、グループ<sub>3</sub>には、ノード<sub>7</sub>～ノード<sub>9</sub>、ノード<sub>16</sub>～ノード<sub>18</sub>、ノード<sub>25</sub>～ノード<sub>27</sub>及びノード<sub>34</sub>～ノード<sub>36</sub>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WLANのSTA機能を備える。例えば、グループ<sub>1</sub>では、ノード<sub>11</sub>だけがSTA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WLANを用いて通信する。

【0068】

例えば、ノード<sub>1</sub>は、グループ内のノード<sub>3</sub>にパケットを送る場合には60G無線を用いる。一方、ノード<sub>1</sub>は、グループ外のノード<sub>15</sub>にパケットを送る場合には、STA機能を有するノード<sub>11</sub>を介して、WLANでノード<sub>15</sub>にパケットを送る。また、ノード<sub>1</sub>は、ノード<sub>11</sub>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、WLANのSTA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、AP3に接続するノードを削減し、AP3の輻輳を防止することができる。

【0070】

次に、実施例2に係るXBの構成について説明する。図12Aは、実施例2に係るXBの構成を示す図である。なお、ここでは説明の便宜上、図3A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12Aに示すように、XB14bは、ホストI/F141と、2つのNAT142bと、各NAT142bにそれぞれ対応付けられた2つのGID-WSTA142cと、宛先判断部142d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、XB14bは、5つのI/F145と、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。

【0072】

NAT142b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142d及び対応するGID-WSTA142cに渡す。また、NAT142b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142d及び対応するGID-WSTA142cに渡す。

【0073】

GID-WSTA142cは、対応付けられたNAT142bからNID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。

【 0 0 7 4 】

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。

【 0 0 7 5 】

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。

【 0 0 7 6 】

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。

【 0 0 7 7 】

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。

【 0 0 7 8 】

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。

【 0 0 7 9 】

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。

【 0 0 8 0 】

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 ）。

【 0 0 8 1 】

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。

【 0 0 8 2 】

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 より小さくない場合には、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 より小さくない場合には、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より大きいか否かを判定する（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を受信したか否かを判定し（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であるか否かを判定する（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】

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。

20

#### 【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D<sub>1</sub>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D<sub>1</sub>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D<sub>1</sub>にパケットを送信する場合に、右隣の中継ノードR<sub>1</sub>に60G無線でパケットを送信する。そして、中継ノードR<sub>1</sub>は、下方向に1つノードを跨いだノードD<sub>1</sub>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D<sub>2</sub>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<sub>2</sub>に60G無線でパケットを送信する。そして、中継ノードR<sub>2</sub>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D<sub>2</sub>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。

#### 【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。

#### 【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Dthより大きいか否かを判定する(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Dth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)。

#### 【0103】

一方、X座標の差とY座標の差との和が所定の閾値Dth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)。

#### 【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より大きいか否

10

20

30

40

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S 9 0）。

#### 【0106】

また、図18に示すように、実施例2に対応する受信処理では、ノード10は、パケットを受信する（ステップS 10 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 10 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 11 7）。

10

#### 【0107】

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NAT142b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S 10 3）、宛先及び自ノードのNIDを検索する。そして、ノード10は、GID-WSTA検索、すなわちGID-WSTA142cを用いてNIDからGID及びWSTAを検索し（ステップS 10 4）、宛先及び自ノードのGID及びWSTAを検索する。

#### 【0108】

そして、ノード10は、検索したGIDが自GIDと等しいか否かを判定し（ステップS 10 5）、検索したGIDが自GIDと等しい場合には、宛先及び自ノードのNIDを比較する（ステップS 10 6）。そして、ノード10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 10 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10は、パケットを廃棄する（ステップS 11 3）。

20

#### 【0109】

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10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 10 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10は、パケットを廃棄する（ステップS 11 2）。

30

#### 【0110】

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10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 10 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S 11 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S 11 1）。

#### 【0111】

また、検索したGIDが自GIDと等しくない場合（ステップS 10 5、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であるか否かを判定する（ステップS 11 4）。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S 11 5）、ステップS 10 7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S 11 6）。

40

#### 【0112】

このように、ノード10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。

【0113】

上述してきたように、実施例3では、ノード10は、60G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、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。

【0114】

なお、実施例3では、送信元ノードが左右方向のノード10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10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。

【0115】

また、実施例1～3では、XBをハードウェアで実現する場合について説明したが、XB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XBのハードウェア構成について説明する。

【0116】

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。図19に示すように、XB14dは、ホストI/F141と、5つのI/F145と、MPU(Micro Processing Unit)151と、フラッシュメモリ152と、RAM(Random Access Memory)153とを有する。

【0117】

ホストI/F141は、自ノードのCPU11とのインターフェースであり、CPU11から受け取ったパケットをMPU151に渡し、MPU151から受け取ったパケットを自ノードのCPU11に渡す。I/F145は、60G無線モジュール又はWLANモジュールから受け取った信号をパケットに変換し、MPU151に渡す。また、I/F145は、MPU151から受け取ったパケットを信号に変換して接続する60G無線モジュール又はWLANモジュールに渡す。

【0118】

MPU151は、フラッシュメモリ152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152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152は、NAT142b及びGID-WSTA142cが記憶する情報及びN1レジスタ148が記憶する情報を記憶する。RAM153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。NAT142b及びGID-WSTA142c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152から読み出されてRAM153に書き込まれる。

【0119】

また、実施例1～3では、60GHz帯の周波数を使用する60G無線及びWLANを用いる場合について説明した。しかしながら、本発明は60G無線及びWLAN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て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】

【0120】

- 1 ラック
- 2 NWスイッチ
- 3 AP
- 4 STA
- 10 ノード

10

20

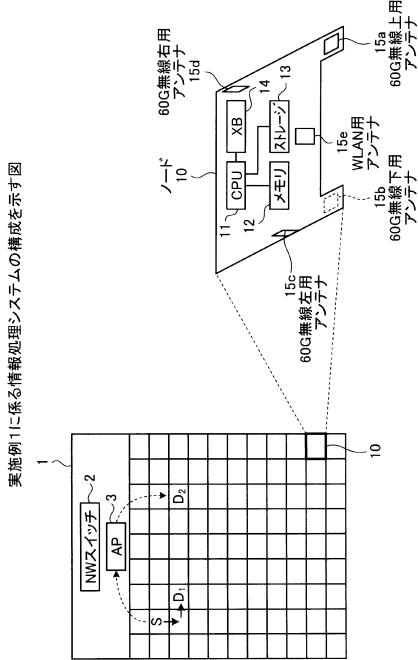
30

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	10
1 5 a	6 0 G 無線上用アンテナ	
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	

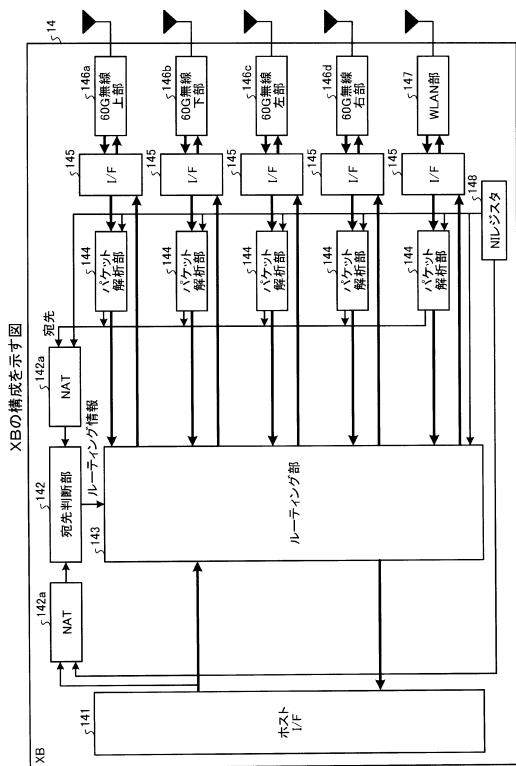
【 四 1 】



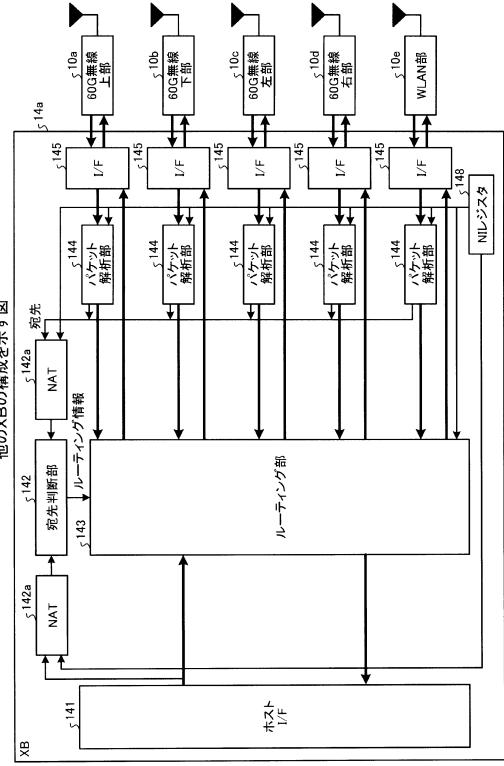
【図2】



### 【図3A】



### 【図3B】



【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
...	...

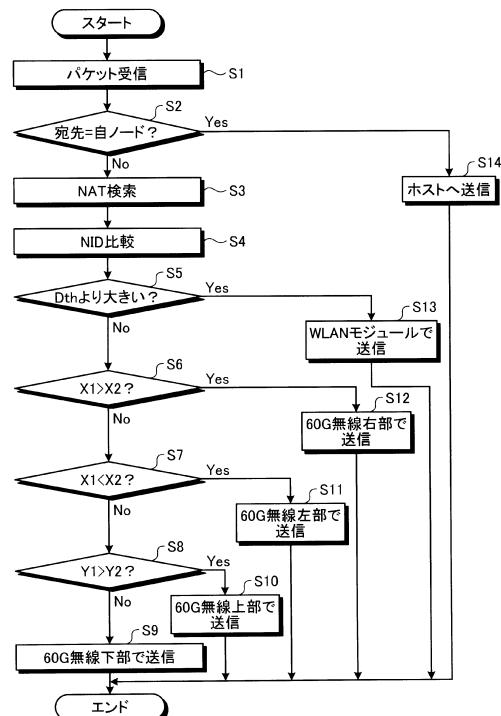
【図5】

NIDとラック内のノード位置の関係の一例を示す図

ラック構成					
NWスイッチ		AP		ノード	
12'h1_0_*	(1,n)	12'h2_0_*	(2,n)	12'h3_0_*	(3,n)
12'h1_0_5	(1,5)	12'h2_0_5	(2,5)	12'h3_0_5	(3,5)
12'h1_0_4	(1,4)	12'h2_0_4	(2,4)	12'h3_0_4	(3,4)
12'h1_0_3	(1,3)	12'h2_0_3	(2,3)	12'h3_0_3	(3,3)
12'h1_0_2	(1,2)	12'h2_0_2	(2,2)	12'h3_0_2	(3,2)
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)

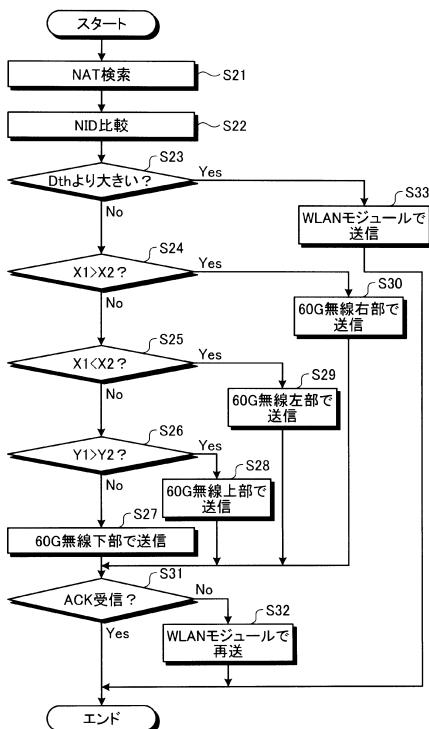
【図6】

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



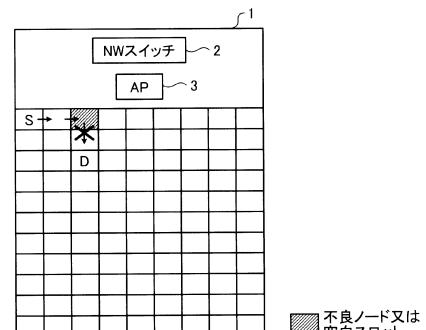
【図7】

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



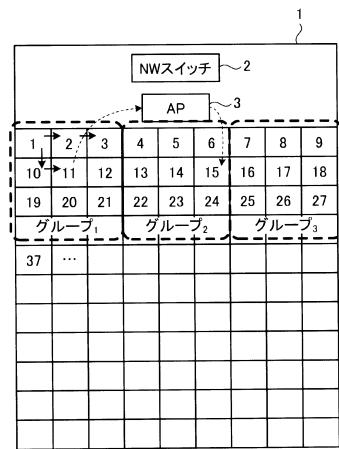
【図9】

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 <sub>1</sub>	ホスト
ノード <sub>2</sub>	60G無線 右
ノード <sub>3</sub>	60G無線 右
ノード <sub>4</sub>	60G無線 下
...	...
ノード <sub>400</sub>	60G無線 下

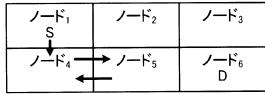
【図11】

ノードのグルーピングの一例を示す図



【図10】

ルーティングテーブルの誤った設定例を示す図

ノード<sub>1</sub>設定

宛先	ルーティング先
略	
ノード <sub>6</sub>	60G無線 下

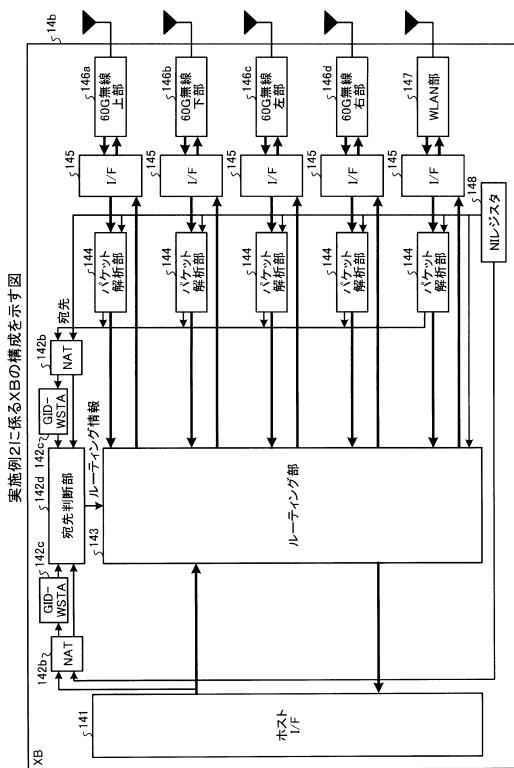
ノード<sub>2</sub>設定

宛先	ルーティング先
略	
ノード <sub>6</sub>	60G無線 右

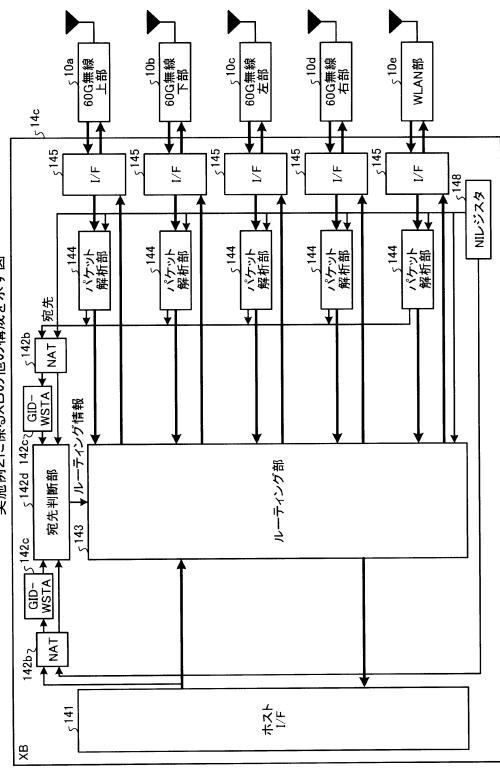
ノード<sub>3</sub>設定

宛先	ルーティング先
略	
ノード <sub>6</sub>	60G無線 左 (正しくは右)

【図12A】



【図12B】



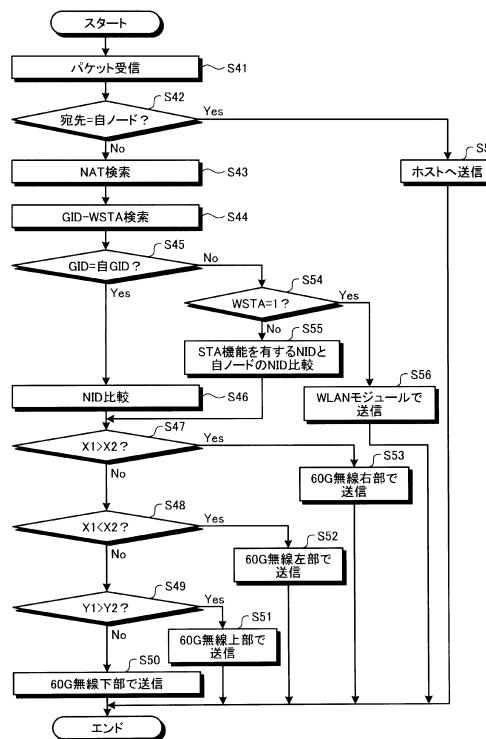
【図13】

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
12'h1_0_1	1	0
12'h1_0_2	1	0
12'h1_0_3	1	1
12'h1_0_4	1	0
12'h2_0_1	2	0
12'h2_0_2	2	0
12'h2_0_3	2	1
12'h2_0_4	2	0
...	...	...

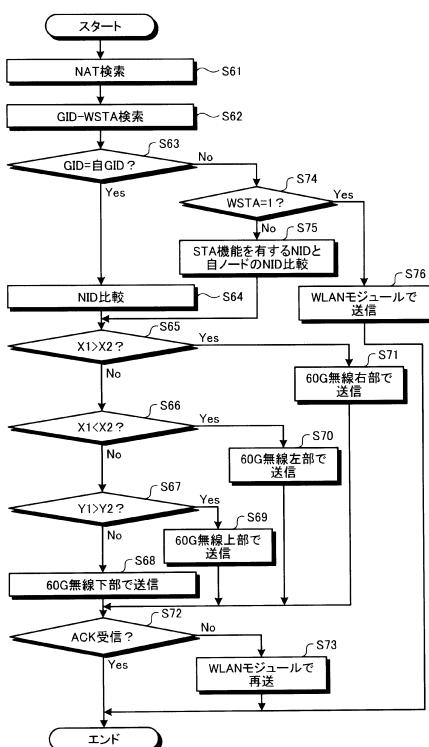
【図14】

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



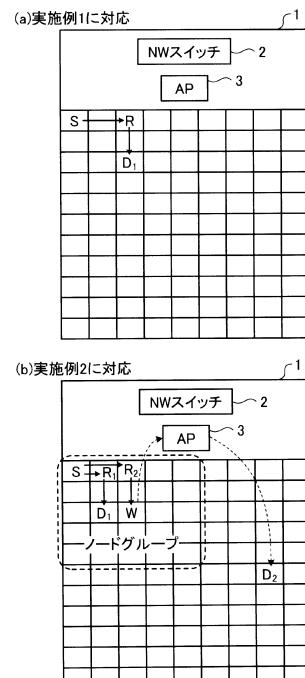
【図15】

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



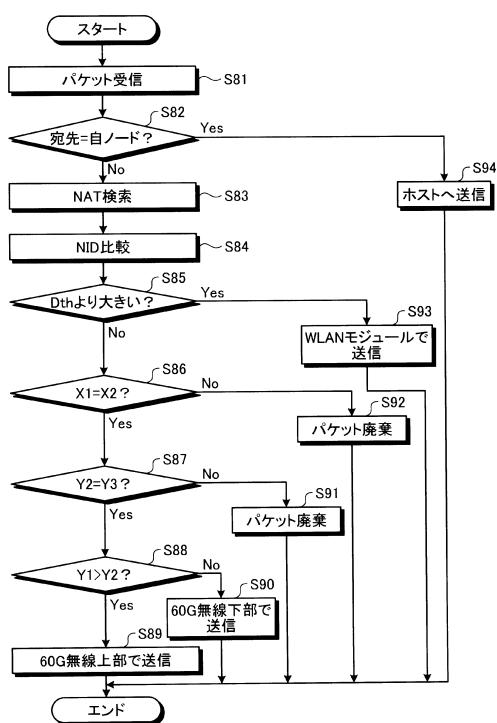
【図16】

実施例3に係る通信イメージを示す図



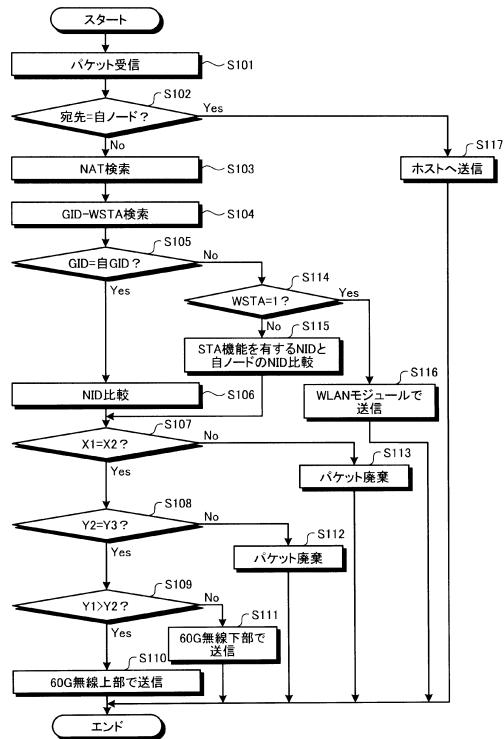
【図17】

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



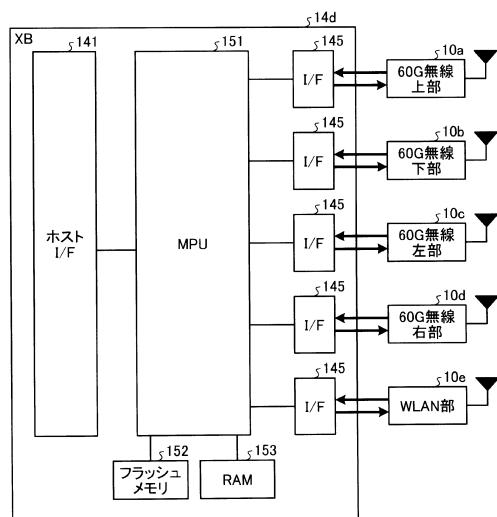
【図18】

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



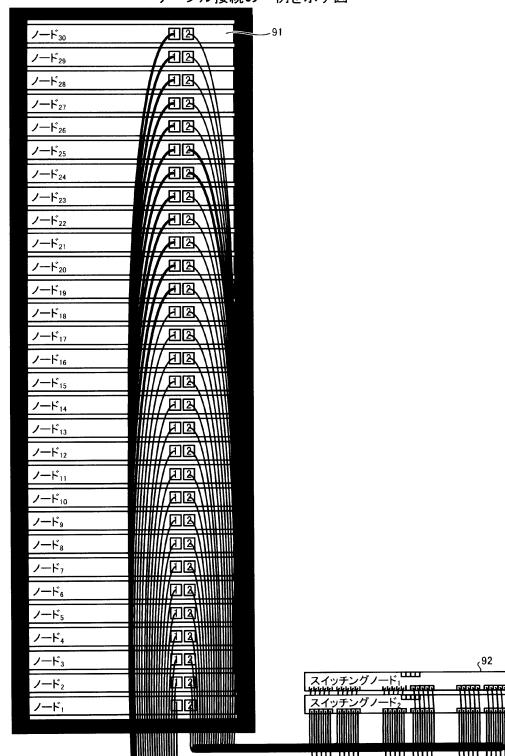
【図19】

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

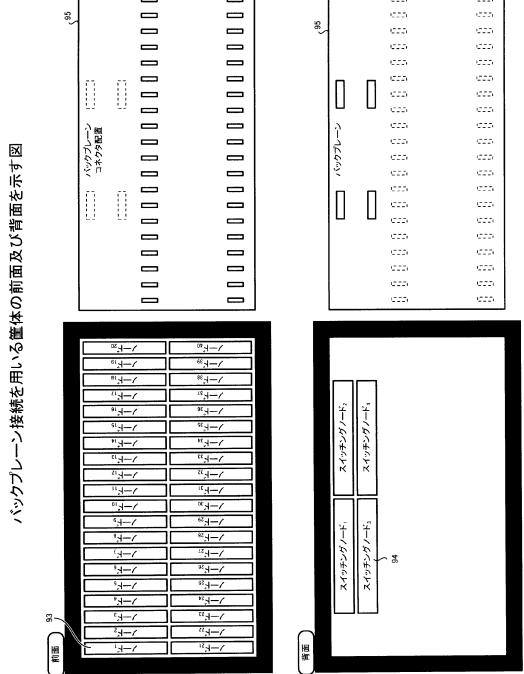


【図20】

ケーブル接続の一例を示す図

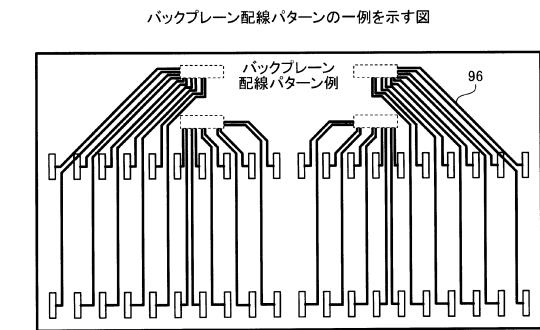


【図 21A】



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 21B】



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)

H 04 M	3 / 00
H 04 M	3 / 16 - 3 / 20
H 04 M	3 / 38 - 3 / 58
H 04 M	7 / 00 - 7 / 16
H 04 M	11 / 00 - 11 / 10
H 04 L	12 / 28
H 04 L	12 / 44 - 12 / 46
H 04 L	12 / 00 - 12 / 26
H 04 L	12 / 50 - 12 / 955
H 04 W	4 / 00 - 99 / 00