

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2005-123744  
(P2005-123744A)

(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H 0 4 L 12/56	H 0 4 L 12/56 2 6 O Z	5 K O 3 O
H 0 4 L 12/28	H 0 4 L 12/28 2 O 3	5 K O 3 3

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 28 頁)	
(21) 出願番号 特願2003-354206 (P2003-354206)	(71) 出願人 000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号
(22) 出願日 平成15年10月14日 (2003.10.14)	(74) 代理人 100082131 弁理士 稲本 義雄
	(72) 発明者 小西 哲也 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ ニー株式会社内
	Fターム(参考) 5K030 GA01 HA08 KA01 LA02 LD04 MA12 5K033 AA02 CB04 CB13 CB17 CC01 DB14

(54) 【発明の名称】 通信システム、通信装置および通信方法、並びにプログラムおよびプログラム記録媒体

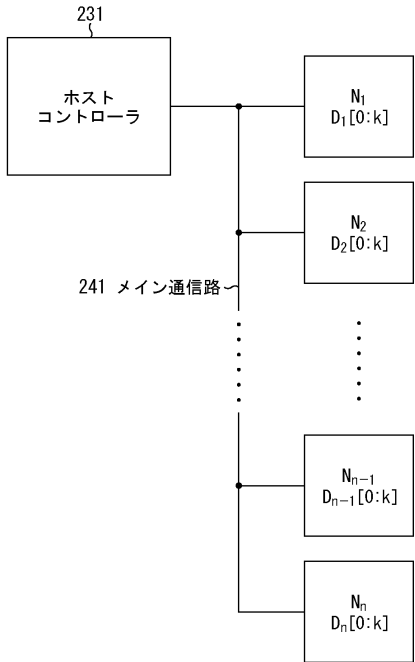
(57) 【要約】

【課題】 複数のノードから情報を短時間で取得する。

【解決手段】 ホストコントローラ231は、複数のノードN<sub>1</sub>乃至N<sub>n</sub>から情報を取得する場合、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストする。リードリクエストパケットを受信した複数のノードN<sub>1</sub>乃至N<sub>n</sub>それぞれは、リードリクエストに応答するアンサパケットを作成し、自分のアンサパケットを所定の順番でホストコントローラ231へ送信する。本発明は、例えば、1対多の通信を行なう通信システムに適用できる。

【選択図】 図9

図9



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ホストコントローラと複数のノードとが、パケットによる通信を行なう通信システムにおいて、

前記ホストコントローラは、前記ノードに対して情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストするブロードキャスト手段を備え、

前記複数のノードそれぞれは、

前記リードリクエストパケットを受信する受信手段と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段と

を備える

ことを特徴とする通信システム。

10

**【請求項 2】**

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの 1 つの通信装置において、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信手段と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段と

を備える

ことを特徴とする通信装置。

20

**【請求項 3】**

前記アンサパケットを送信する順番を記憶する記憶手段をさらに備え、

前記送信手段は、前記アンサパケットを、前記記憶手段に記憶された順番で送信する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

**【請求項 4】**

前記受信手段は、他の通信装置が送信したアンサパケットをさらに受信し、

前記送信手段は、自身のアンサパケットを送信すべき順番の 1 つ前に送信されるべき順番のアンサパケットが前記受信手段において受信された後、前記自身のアンサパケットを送信する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

30

**【請求項 5】**

前記ホストコントローラに対して前記複数の通信装置が直列に接続されており、

前記送信手段は、前記ホストコントローラに対して、自身の直後に接続されている他の通信装置がアンサパケットを送信した後、自身のアンサパケットを送信する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

**【請求項 6】**

前記ホストコントローラに対して前記複数の通信装置が直列に接続されており、

前記ホストコントローラから前記複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、前記複数の通信装置から前記ホストコントローラの方を上り方向として、

前記受信手段は、前記下り方向のパケットを受信した後、前記上り方向のパケットを受信する状態に切り替わり、

前記送信手段は、前記下り方向にパケットを送信した後、前記上り方向にパケットを送信する状態に切り替わる

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

40

**【請求項 7】**

前記ホストコントローラに対して前記複数の通信装置が直列に接続されており、

前記ホストコントローラから前記複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、前記複数の通信装置から前記ホストコントローラの方を上り方向として、

前記受信手段は、前記上り方向と下り方向のパケットを受信し、

50

前記送信手段は、前記上り方向と下り方向にパケットを送信することを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

【請求項 8】

前記ホストコントローラと前記複数の通信装置とが、1つの通信路を介して、直列に接続している

ことを特徴とする請求項 2 に記載の通信装置。

【請求項 9】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの 1 つの通信装置における通信方法であって、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信ステップと、 10

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成ステップと、  
前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信ステップとを含む

ことを特徴とする通信方法。

【請求項 10】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの 1 つの通信装置の通信処理をコンピュータに行なわせるプログラムであって、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、 20

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、  
前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとを含む

ことを特徴とするプログラム。

【請求項 11】

ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの 1 つの通信装置の通信処理をコンピュータに行なわせるプログラムが記録されているプログラム記録媒体であって、

前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、 30

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、  
前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとを含む

ことを特徴とするプログラムが記録されているプログラム記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、通信システム、通信装置および通信方法、並びにプログラムおよびプログラム記録媒体に関し、特に、ブロードキャストにより、複数ノードから情報を短時間で取得することができるようにする通信システム、通信装置および通信方法、並びにプログラムおよびプログラム記録媒体に関する。 40

【背景技術】

【0002】

例えば、ロボットにおいては、その内蔵するホストコントローラが、各部のアクチュエータに指令を送信することにより、アクチュエータが駆動する。これにより、ロボットは、各種の行動を起こす。このようなロボットにおいて、ホストコントローラは、アクチュエータに設けられた制御回路との間で、指令その他を送受信する通信を行なう。従って、ロボットにおいては、ホストコントローラと多数の制御回路とによって、通信システムが 50

構成されている。いま、ホストコントローラと通信する通信相手である制御回路をノードと呼ぶこととすると、ホストコントローラとノードとの間では、例えば、図 1 に示すようにして通信が行なわれる。

【 0 0 0 3 】

図 1 は、従来のロボットの内部に構成されている通信システムにおいて、ホストコントローラが、すべてのノード  $P_1$  乃至  $P_n$  から情報を取得する処理の流れを示している。ここで、ノード  $P_1$  乃至  $P_n$  は、インテリジェントな機能を備えており、例えば、パケットの受信、パケットに格納されたデータの解析、パケットの作成、および作成したパケットの送信が可能である。さらに、ノード  $P_1$  乃至  $P_n$  は、アクチュエータの状態の情報であるデータ # 0 乃至 #  $n$  を保持しているものとする。

10

【 0 0 0 4 】

ホストコントローラが、すべてのノード  $P_1$  乃至  $P_n$  からノード  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) それぞれが保持しているアクチュエータの状態の情報としてのデータ # 1 乃至 #  $n$  を取得する場合、例えば、次のような処理を行なう。まず最初に、ステップ S 1 1 において、ホストコントローラは、ノード  $P_1$  へ、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを送信する。ステップ S 1 1 の後、ステップ S 1 2 において、ノード  $P_1$  は、ホストコントローラが送信したリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットに格納されている要求の内容を解析する。さらに、ノード  $P_1$  は、ホストコントローラからの要求に回答するパケットである、ノード  $P_1$  が保持しているデータ # 1 を格納したアンサパケットを作成し、ステップ S 1 2 からステップ S 1 3 に進む。ステップ S 1 3 において、ノード  $P_1$  は、ステップ S 1 2 で作成したアンサパケットを、ホストコントローラへ送信する。これにより、ホストコントローラは、ノード  $P_1$  が保持していた情報、即ち、ここでは、データ # 1 を取得する。

20

【 0 0 0 5 】

さらに、ホストコントローラは、ノード  $P_2$  乃至  $P_n$  においてもノード  $P_1$  と同様な処理を行う。即ち、ステップ S 1 3 からステップ S 1 4 に進み、ホストコントローラは、ノード  $P_2$  へリードリクエストパケットを送信する。ノード  $P_2$  は、ステップ S 1 5 において、ホストコントローラが送信したリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットに格納されている要求の内容を解析して、自身が保持しているデータ # 2 を格納したアンサパケットを作成する。ノード  $P_2$  は、ステップ S 1 6 において、ステップ S 1 5 で作成したアンサパケットをホストコントローラへ送信する。これにより、ホストコントローラは、ノード  $P_2$  が保持していたデータ # 2 を取得する。以下同様に処理を行い、ホストコントローラは、ステップ S 1 7 で、最後のノードであるノード  $P_n$  へリードリクエストパケットを送信する。そして、ステップ S 1 7 からステップ S 1 8 に進み、ノード  $P_n$  は、ホストコントローラからのリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットに格納されている要求の内容を解析して、自身が保持しているデータ #  $n$  を格納したアンサパケットを作成する。ノード  $P_n$  は、ステップ S 1 9 において、ステップ S 1 8 で作成したアンサパケットをホストコントローラへ送信する。これにより、ホストコントローラは、ノード  $P_n$  が保持していたデータ #  $n$  を取得する。

30

【 0 0 0 6 】

このように、ホストコントローラは、情報を取得するノードをひとつずつ指定し、指定したノード宛にリードリクエストパケットを送信し、そのノードからアンサパケットを受信する処理を繰り返すことにより、すべてのノードから情報を取得する。(非特許文献 1 参照)

40

【 0 0 0 7 】

【非特許文献 1】データ通信のすべて 小泉 修、日本実業出版社 p.96 付近

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、従来の通信システムでは、ノード  $P_1$  乃至  $P_n$  から情報を取得する場合、

50

ホストコントローラは、 $n$  個のノード  $P_1$  乃至  $P_n$  に対して、 $n$  個のリードリクエストパケットを送信する。そして、ノード  $P_1$  乃至  $P_n$  は、ホストコントローラが送信したリードリクエストパケットをそれぞれ解析する。そのため、特に、多数のノードから情報を取得するまでに多くの時間がかかった。

【0009】

本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、ホストコントローラが、複数のノードから情報を短時間で取得することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の通信システムのホストコントローラは、ノードに対して情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストするブロードキャスト手段を備え、複数のノードそれぞれは、リードリクエストパケットを受信する受信手段と、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段とを備えることを特徴とする。 10

【0011】

本発明の通信装置は、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信手段と、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段と、作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段とを備えることを特徴とする。

【0012】

本発明の通信装置は、アンサパケットを送信する順番を記憶する記憶手段をさらに設け、送信手段には、アンサパケットを、記憶手段に記憶された順番で送信させるようにすることができる。 20

【0013】

受信手段には、他の通信装置が送信したアンサパケットをさらに受信させ、送信手段には、自身のアンサパケットを送信すべき順番の1つ前に送信されるべき順番のアンサパケットが受信手段において受信された後、自身のアンサパケットを送信させるようにすることができる。

【0014】

送信手段には、ホストコントローラに対して、自身の直後に接続されている他の通信装置がアンサパケットを送信した後、自身のアンサパケットを送信させるようにすることができる。 30

【0015】

ホストコントローラから複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、複数の通信装置からホストコントローラの方を上り方向として、受信手段には、下り方向のパケットを受信した後、上り方向のパケットを受信する状態に切り替えさせ、送信手段には、下り方向にパケットを送信した後、上り方向にパケットを送信する状態に切り替えさせることができる。

【0016】

ホストコントローラから複数の通信装置への方向を下り方向とするとともに、複数の通信装置からホストコントローラの方を上り方向として、受信手段には、上り方向と下り方向のパケットを受信させ、送信手段には、上り方向と下り方向にパケットを送信させることができる。 40

【0017】

本発明の通信方法は、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信ステップと、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成ステップと、作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信ステップとを含むことを特徴とする。

【0018】

本発明のプログラムは、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を 50

要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとをコンピュータに実行させる。

【0019】

本発明の記録媒体のプログラムは、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信させる受信ステップと、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成させる作成ステップと、作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信させる送信ステップとを含むことを特徴とする。

10

【0020】

本発明の通信システム、通信装置、通信方法、プログラム、およびプログラム記録媒体に記録されているプログラムにおいては、ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットが受信され、リードリクエストパケットに応答するアンサパケットが作成され、作成されたアンサパケットが所定の順番で送信される。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、複数の通信装置から情報を短時間で取得することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0022】

以下に本発明の実施の形態を説明するが、特許請求の範囲に記載の構成要件と、本発明の実施の形態における具体例との対応関係を例示すると、次のようになる。この記載は、特許請求の範囲に記載されている発明をサポートする具体例が、発明の実施の形態に記載されていることを確認するためのものである。従って、発明の実施の形態中には記載されているが、構成要件に対応するものとして、ここには記載されていない具体例があったとしても、そのことは、その具体例が、その構成要件に対応するものではないことを意味するものではない。逆に、具体例が構成要件に対応するものとしてここに記載されていたとしても、そのことは、その具体例が、その構成要件以外の構成要件には対応しないものであることを意味するものでもない。

30

【0023】

さらに、この記載は、発明の実施の形態に記載されている具体例に対応する発明が、特許請求の範囲にすべて記載されていることを意味するものではない。換言すれば、この記載は、発明の実施の形態に記載されている具体例に対応する発明であって、この出願の特許請求の範囲には記載されていない発明の存在、すなわち、将来、分割出願されたり、補正により追加されたりする発明の存在を否定するものではない。

【0024】

請求項1に記載の通信システムは、

ホストコントローラと複数のノードとが、パケットによる通信を行なう通信システムであって、

40

前記ホストコントローラは、前記ノードに対して情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットをブロードキャストするブロードキャスト手段（例えば、図14のステップS61の処理）を備え、

前記複数のノードそれぞれは、

前記リードリクエストパケットを受信する受信手段（例えば、図15のステップS71の処理）と、

前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段（例えば、図15のステップS72の処理）と、

前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段（例えば、図15のステップS76の処理）と

50

を備える  
ことを特徴とする。

【0025】

請求項2に記載の通信装置は、  
ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置であって、  
前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信手段（例えば、図15のステップS71の処理）と、  
前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成手段（例えば、図15のステップS72の処理）と、  
前記作成手段が作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信手段（例えば、図15のステップS76の処理）と  
を備える  
ことを特徴とする。

【0026】

請求項3に記載の通信装置は、  
前記アンサパケットを送信する順番を記憶する記憶手段（例えば、図12の記憶部274）をさらに備え、  
前記送信手段は、前記アンサパケットを、前記記憶手段に記憶された順番で送信する  
ことを特徴とする。

【0027】

請求項9に記載の通信方法は、  
ホストコントローラとの間で、パケットによる通信を行なう複数の通信装置のうちの1つの通信装置における通信方法であって、  
前記ホストコントローラによってブロードキャストされる、情報を要求するパケットであるリードリクエストパケットを受信する受信ステップ（例えば、図15のステップS71の処理）と、  
前記リードリクエストパケットに応答するアンサパケットを作成する作成ステップ（例えば、図15のステップS72の処理）と、  
前記作成ステップが作成したアンサパケットを所定の順番で送信する送信ステップ（例えば、図15のステップS76の処理）と  
を含む  
ことを特徴とする。

【0028】

請求項10に記載のプログラムの各ステップおよび請求項11に記載のプログラム記録媒体に記録されているプログラムの各ステップと、発明の実施の形態との対応関係は、請求項9に記載の通信装置と同様である。

【0029】

図2は、本発明を適用したロボット5の利用例を示している。

【0030】

ユーザからの指令や周囲の環境に応じて自主的に行動を決定する人間型のロボット5は、IEEE（Institute of Electrical and Electronic Engineers）802.11b規格に準拠して、アクセスポイント2と通信し、例えば、ネットワーク3を介して、家電機器4-1を制御したり、パーソナルコンピュータ4-2からのコマンドを受信したりして所定の処理を行う。

【0031】

図3は、本発明を適用した2足歩行型のロボット5の正面方向の斜視図であり、図4は、ロボット5の背面方向からの斜視図である。また、図5は、ロボット5の軸構成について説明するための図である。

## 【 0 0 3 2 】

ロボット 5 は、胴体部ユニット 1 1、胴体部ユニット 1 1 の上部に配設された頭部ユニット 1 2、胴体部ユニット 1 1 の上部左右の所定位置に取り付けられた腕部ユニット 1 3 A および腕部ユニット 1 3 B、並びに胴体部ユニット 1 1 の下部左右の所定位置に取り付けられた脚部ユニット 1 4 A および脚部ユニット 1 4 B により構成されている。

## 【 0 0 3 3 】

胴体部ユニット 1 1 は、体幹上部を形成するフレーム 2 1 および体幹下部を形成する腰ベース 2 2 が腰関節機構 2 3 を介して連結することにより構成されている。胴体部ユニット 1 1 は、体幹下部の腰ベース 2 2 に固定された腰関節機構 2 3 のアクチュエータ  $A_1$ 、および、アクチュエータ  $A_2$  がそれぞれ駆動することによって、体幹上部を、図 5 に示す直交するロール軸 2 4 およびピッチ軸 2 5 の回りに、それぞれ独立に回転させることができるようになされている。

10

## 【 0 0 3 4 】

頭部ユニット 1 2 は、フレーム 2 1 の上端に固定された肩ベース 2 6 の上面中央部に首関節機構 2 7 を介して取り付けられており、首関節機構 2 7 のアクチュエータ  $A_3$ 、およびアクチュエータ  $A_4$  がそれぞれ駆動することによって、図 5 に示す直交するピッチ軸 2 8 およびヨー軸 2 9 の回りに、それぞれ独立に回転させることができるようになされている。

## 【 0 0 3 5 】

腕部ユニット 1 3 A、および腕部ユニット 1 3 B は、肩関節機構 3 0 を介して肩ベース 2 6 の左右にそれぞれ取り付けられており、対応する肩関節機構 3 0 のアクチュエータ  $A_5$  およびアクチュエータ  $A_6$ 、並びに、アクチュエータ  $A_{21}$  およびアクチュエータ  $A_{22}$  がそれぞれ駆動することによって、図 5 に示す、直交するピッチ軸 3 1 およびロール軸 3 2 の回りに、それぞれを独立に回転させることができるようになされている。

20

## 【 0 0 3 6 】

この場合、腕部ユニット 1 3 A、および腕部ユニット 1 3 B は、上腕部を形成するアクチュエータ  $A_7$ 、およびアクチュエータ  $A_{23}$  の出力軸に、肘関節機構 4 4 を介して、前腕部を形成するアクチュエータ  $A_8$ 、およびアクチュエータ  $A_{24}$  が連結され、前腕部の先端に手部 3 4 が取り付けられることにより構成されている。

## 【 0 0 3 7 】

そして腕部ユニット 1 3 A、および腕部ユニット 1 3 B では、アクチュエータ  $A_7$ 、およびアクチュエータ  $A_{23}$  が駆動することによって、前腕部を図 5 に示すヨー軸 3 5 に対して回転させることができ、アクチュエータ  $A_8$ 、およびアクチュエータ  $A_{24}$  が駆動することによって、前腕部を図 5 に示すピッチ軸 3 6 に対して回転させることができるようになされている。

30

## 【 0 0 3 8 】

脚部ユニット 1 4 A、および脚部ユニット 1 4 B は、股関節機構 3 7 を介して、体幹下部の腰ベース 2 2 にそれぞれ取り付けられており、対応する股関節機構 3 7 のアクチュエータ  $A_9$  乃至  $A_{11}$ 、並びに、アクチュエータ  $A_{15}$  乃至  $A_{17}$  がそれぞれ駆動することによって、図 5 に示す、互いに直交するヨー軸 3 8、ロール軸 3 9、およびピッチ軸 4 0 に対して、それぞれ独立に回転させることができるようになされている。

40

## 【 0 0 3 9 】

脚部ユニット 1 4 A、および、脚部ユニット 1 4 B においては、大腿部を形成するフレーム 4 1 の下端が、膝関節機構 4 2 を介して、下腿部を形成するフレーム 4 3 に連結されるとともに、フレーム 4 3 の下端が、足首関節機構 4 4 を介して、足部 4 5 に連結されている。

## 【 0 0 4 0 】

これにより脚部ユニット 1 4 A、および脚部ユニット 1 4 B においては、膝関節機構 4 2 を形成するアクチュエータ  $A_{12}$ 、およびアクチュエータ  $A_{18}$  が駆動することによって、図 5 に示すピッチ軸 4 6 に対して、下腿部を回転させることができ、また足首関節機構 4

50



4のアクチュエータ $A_{13}$ およびアクチュエータ $A_{14}$ 、並びに、アクチュエータ $A_{19}$ およびアクチュエータ $A_{20}$ がそれぞれ駆動することによって、図5に示す直交するピッチ軸47およびロール軸48に対して、足部45をそれぞれ独立に回転させることができるようになされている。

【0041】

脚部ユニット14A、および脚部ユニット14Bの、足部45の足底面（床と接する面）には、それぞれ足底センサ91（図7）が配設されており、足底センサ91のオン・オフに基づいて、足部45が床に接地しているか否かが判別される。

【0042】

また、胴体部ユニット11の体幹下部を形成する腰ベース22の背面側には、後述するメイン制御部61（図6）などを内蔵したボックスである、制御ユニット52が配設されている。 10

【0043】

図6は、ロボット5のアクチュエータとその制御系等について説明する図である。

【0044】

胴体部ユニット11に設けられた制御ユニット52には、ロボット5全体の動作制御をつかさどるメイン制御部61、並びに、後述するD/A変換部101、A/D変換部102、バッテリー103、バッテリーセンサ131、加速度センサ132、通信部105、および外部メモリ106（いずれも図7）等を含む周辺回路62が収納されている。

【0045】

そしてこの制御ユニット52は、各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）内にそれぞれ配設されたサブ制御部であるノード $N_1$ 乃至 $N_{24}$ と通信路を介して接続されており、ノード $N_1$ 乃至 $N_{24}$ に対して必要な電源電圧を供給したり、ノード $N_1$ 乃至 $N_{24}$ とパケット通信などを行う。 20

【0046】

ここで、ノード $N_1$ 乃至 $N_{24}$ は、関節機構等であるアクチュエータ $A_1$ 乃至 $A_{24}$ を制御するインテリジェントな機能を備えたサブ制御部であり、対応するアクチュエータ $A_1$ 乃至 $A_{14}$ と接続されている。また、ノード $N_1$ 乃至 $N_{24}$ は、メイン制御部61から供給された各種信号に基づいて、対応するアクチュエータ $A_1$ 乃至 $A_{24}$ を、指定された状態に個々に駆動させるように制御したり、ノード $N_1$ 乃至 $N_{24}$ それぞれが保持しているアクチュエータ $A_1$ 乃至 $A_{24}$ のデータをメイン制御部61へ送信したりする。 30

【0047】

図7は、ロボット5の内部構成を示すブロック図である。

【0048】

頭部ユニット12には、このロボット5の「目」として機能するCCD（Charge Coupled Device）カメラ81、「耳」として機能するマイクロフォン82、頭部センサ51などからなる外部センサ部71、および、「口」として機能するスピーカ72となどがそれぞれ所定位置に配設され、制御ユニット52内には、バッテリーセンサ131および加速度センサ132などからなる内部センサ部104が配設されている。また、脚部ユニット14A、および脚部ユニット14Bの足部45の足底面には、このロボット5の「体勢感覚」の1つとして機能する足底センサ91が配設されている。 40

【0049】

そして、外部センサ部71のCCDカメラ81は、周囲の状況を撮像し、得られた画像信号を、A/D変換部102を介して、メイン制御部61に送出する。マイクロフォン82は、ユーザから音声入力として与えられる「歩け」、「とまれ」または「右手を挙げろ」等の各種命令音声を集音し、得られた音声信号を、A/D変換部102を介して、メイン制御部61に送出する。

【0050】

また、頭部センサ51は、例えば、図3および図4に示されるように頭部ユニット12の上部に設けられており、ユーザからの「撫でる」や「叩く」といった物理的な働きかけ 50

により受けた圧力を検出し、検出結果としての圧力検出信号を、A/D変換部 102 を介して、メイン制御部 61 に送出する。

【0051】

足底センサ 91 は、足部 45 の足底面に配設されており、足部 45 が床に接地している場合、接地信号を、A/D変換部 102 を介して、メイン制御部 61 に送出する。メイン制御部 61 は、接地信号に基づいて、足部 45 が床に接地しているか否かを判定する。足底センサ 91 は、脚部ユニット 14A、および脚部ユニット 14B の両方の足部 45 に配設されているため、メイン制御部 61 は、接地信号に基づいて、ロボット 5 の両足が床に接地しているか、片足が床に接地しているか、両足とも床に接地していないかを判定することができる。

10

【0052】

制御ユニット 52 は、メイン制御部 61、D/A変換部 101、A/D変換部 102、バッテリー 103、内部センサ部 104、通信部 105、および外部メモリ 106 等により構成される。

【0053】

D/A (Digital/Analog) 変換部 101 は、メイン制御部 61 から供給されるデジタル信号をD/A変換することによりアナログ信号とし、スピーカ 72 に供給する。A/D (Analog/Digital) 変換部 102 は、CCDカメラ 81、マイクロフォン 82、頭部センサ 51、および足底センサ 91 が出力するアナログ信号をA/D変換することによりデジタル信号とし、メイン制御部 61 に供給する。

20

【0054】

内部センサ部 104 のバッテリーセンサ 131 は、バッテリー 103 のエネルギー残量を所定の周期で検出し、検出結果をバッテリー残量検出信号として、メイン制御部 61 に送出する。加速度センサ 132 は、ロボット 5 の移動について、3 軸方向 (x 軸、y 軸、および z 軸) の加速度を、所定の周期で検出し、検出結果を、加速度検出信号として、メイン制御部 61 に送出する。

【0055】

メイン制御部 61 は、メイン制御部 61 全体の動作を制御するCPU (Central Processing Unit) 111 と、CPU 111 が各部を制御するために実行するOS (Operating System) 121、アプリケーションプログラム 122、その他の必要なデータ等が記憶されている内部メモリ 112 等を内蔵している。

30

【0056】

メイン制御部 61 は、外部センサ部 71 のCCDカメラ 81、マイクロフォン 82 および頭部センサ 51 からそれぞれ供給される、画像信号、音声信号および圧力検出信号、並びに足底センサ 91 から供給される接地信号 (以下、これらをまとめて外部センサ信号 S1 と称する) と、内部センサ部 104 のバッテリーセンサ 131 および加速度センサ 132 等からそれぞれ供給される、バッテリー残量検出信号および加速度検出信号 (以下、これらをまとめて内部センサ信号 S2 と称する) に基づいて、ロボット 5 の周囲および内部の状況や、ユーザからの指令、またはユーザからの働きかけの有無などを判断する。

【0057】

40

そして、メイン制御部 61 は、ロボット 5 の周囲および内部の状況や、ユーザからの指令、または、通信部 105 により受信されたパーソナルコンピュータ 4-2 からのコマンドと、内部メモリ 112 に予め格納されているアプリケーションプログラム 122、あるいは、そのとき装填されている外部メモリ 106 に格納されている各種制御パラメータなどに基づいて、ロボット 5 の行動を決定し、決定結果に基づく制御信号を生成して、対応する各構成ユニット (胴体部ユニット 11、頭部ユニット 12、腕部ユニット 13、脚部ユニット 14) に配設されたノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  へ送出する。ノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  は、供給された制御信号に基づいて、アクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  のうち、各ノード  $N_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) に対応するものの駆動を制御する。これにより、ロボット 5 は、例えば、頭部ユニット 12 を上下左右に揺動させたり、腕部ユニット 13A、あるいは、腕部ユ

50

ニット 1 3 B を上に挙げたり、脚部ユニット 1 4 A および脚部ユニット 1 4 B を交互に駆動させて、歩行するなどの機械的動作を行う。

【 0 0 5 8 】

また、メイン制御部 6 1 は、必要に応じて、所定の音声信号をスピーカ 7 2 に与えることにより、音声信号に基づく音声を外部に出力させる。

【 0 0 5 9 】

通信部 1 0 5 は、IEEE 8 0 2 . 1 1 b 規格に準拠して、アクセスポイント 2 と無線で通信する。これにより、OS 1 2 1 やアプリケーションプログラム 1 2 2 がバージョンアップされたときに、通信部 1 0 5 を介して、そのバージョンアップされた OS やアプリケーションプログラムをダウンロードして、内部メモリ 1 1 2 に記憶させたり、また、所定の

10

。

【 0 0 6 0 】

外部メモリ 1 0 6 は、例えば、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-only Memory)等で構成され、胴体部ユニット 1 1 に設けられた図示せぬスロットに対して、着脱可能になっている。外部メモリ 1 0 6 には、例えば、後述するような感情モデル等が記憶される。

【 0 0 6 1 】

図 8 は、図 7 のメイン制御部 6 1 の機能的構成例を示している。なお、図 8 に示す機能的構成は、メイン制御部 6 1 が、内部メモリ 1 1 2 に記憶された OS 1 2 1 およびアプリケーションプログラム 1 2 2 を実行することで実現されるようになっている。また、図 8 では、D/A変換部 1 0 1 およびA/D変換部 1 0 2 の図示を省略してある。

20

【 0 0 6 2 】

メイン制御部 6 1 のセンサ入力処理部 2 0 1 は、頭部センサ 5 1、足底センサ 9 1、加速度センサ 1 3 2、マイクロフォン 8 2、CCDカメラ 8 1、および通信部 1 0 5 からそれぞれ与えられる圧力検出信号、接地信号、加速度検出信号、音声信号、画像信号、および無線信号の通信品質信号等に基づいて、特定の外部状態や、ユーザからの特定の働きかけ、ユーザからの指示等を認識し、その認識結果を表す状態認識情報を、モデル記憶部 2 0 2 および行動決定機構部 2 0 3 に通知する。

【 0 0 6 3 】

すなわち、センサ入力処理部 2 0 1 は、圧力処理部 2 2 1、加速度処理部 2 2 2、音声認識部 2 2 3、画像認識部 2 2 4、および通信品質計測部 2 2 5 を有している。

30

【 0 0 6 4 】

圧力処理部 2 2 1 は、頭部センサ 5 1 から与えられる圧力検出信号を処理する。そして、圧力処理部 2 2 1 は、例えば、その処理の結果、所定の閾値以上で、かつ短時間の圧力を検出したときには、「叩かれた(しかられた)」と認識し、所定の閾値未満で、かつ長時間の圧力を検出しないときには、「なでられた(ほめられた)」と認識して、その認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部 2 0 2 および行動決定機構部 2 0 3 に通知する。

【 0 0 6 5 】

また、圧力処理部 2 2 1 は、足底センサ 9 1 から与えられる接地信号を処理する。そして、圧力処理部 2 2 1 は、例えば、その処理の結果、脚部ユニット 1 4 A の足部 4 5 に配設された足底センサ 9 1 から接地信号が与えられている場合、脚部ユニット 1 4 A の足部 4 5 が床(地面)に接地していると認識し、足底センサ 9 1 から接地信号が与えられていない場合、脚部ユニット 1 4 A の足部 4 5 が床(地面)に接地していないと認識する。脚部ユニット 1 4 B についても、同様にして、足底センサ 9 1 からの接地信号に基づいて、脚部ユニット 1 4 B の足部 4 5 が床(地面)に接地しているか否かを認識する。そして、圧力処理部 2 2 1 は、その認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部 2 0 2 および行動決定機構部 2 0 3 に通知する。

40

【 0 0 6 6 】

50

加速度処理部 222 は、加速度センサ 132 から与えられる加速度検出信号に基づいて、胴体部ユニット 11 の加速度の方向および大きさを、状態認識情報として、モデル記憶部 202 および行動決定機構部 203 に通知する。

【0067】

音声認識部 223 は、マイクロフォン 82 から与えられる音声信号を対象とした音声認識を行う。そして、音声認識部 223 は、その音声認識結果としての、例えば、「歩け」、「伏せ」、「ボールを追いかける」等の単語列を、状態認識情報として、モデル記憶部 202 および行動決定機構部 203 に通知する。

【0068】

画像認識部 224 は、CCDカメラ 81 から与えられる画像信号を用いて、画像認識処理を行う。そして、画像認識部 224 は、その処理の結果、例えば、「赤い丸いもの」や、「地面に対して垂直なかつ所定高さ以上の平面」等を検出したときには、「ボールがある」や、「壁がある」等の画像認識結果を、状態認識情報として、モデル記憶部 202 および行動決定機構部 203 に通知する。

【0069】

通信品質計測部 225 は、通信部 105 から得られるアクセスポイント 2 からの受信信号に基づいて、通信品質を計測し、その計測結果を、状態認識情報として、行動決定機構部 203 に通知する。通信品質とは、例えば、ノイズ強度などに対応した無線信号の強度や、エラーレート（スペクトル拡散で広がったバンドの中にバースト的に妨害電波が発生した場合、その通信パケットはエラーとなる）である。

【0070】

モデル記憶部 202 は、ロボット 5 の感情、本能、成長の状態を表現する感情モデル、本能モデル、成長モデルをそれぞれ記憶し、管理している。

【0071】

ここで、感情モデルは、例えば、「うれしさ」、「悲しさ」、「怒り」、「楽しさ」等の感情の状態（度合い）を、所定の範囲（例えば、-1.0 乃至 1.0 等）の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部 201 からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

【0072】

本能モデルは、例えば、「食欲」、「睡眠欲」、「運動欲」等の本能による欲求の状態（度合い）を、所定の範囲の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部 201 からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

【0073】

成長モデルは、例えば、「幼年期」、「青年期」、「熟年期」、「老年期」等の成長の状態（度合い）を、所定の範囲の値によってそれぞれ表し、センサ入力処理部 201 からの状態認識情報や時間経過等に基づいて、その値を変化させる。

【0074】

モデル記憶部 202 は、上述のようにして感情モデル、本能モデル、成長モデルの値で表される感情、本能、成長の状態を、状態情報として、行動決定機構部 203 に送出する。

【0075】

なお、モデル記憶部 202 には、センサ入力処理部 201 から状態認識情報が供給される他に、行動決定機構部 203 から、ロボット 5 の現在または過去の行動、具体的には、例えば、「長時間歩いた」などの行動の内容を示す行動情報が供給されるようになっており、モデル記憶部 202 は、同一の状態認識情報が与えられても、行動情報が示すロボット 5 の行動に応じて、異なる状態情報を生成するようになっている。

【0076】

例えば、ロボット 5 が、ユーザに挨拶をし、ユーザに頭を撫でられた場合には、ユーザに挨拶をしたという行動情報と、頭を撫でられたという状態認識情報とが、モデル記憶部 202 に与えられ、この場合、モデル記憶部 202 では、「うれしさ」を表す感情モデル

10

20

30

40

50

の値が増加される。

【 0 0 7 7 】

行動決定機構部 2 0 3 は、センサ入力処理部 2 0 1 からの状態認識情報やモデル記憶部 2 0 2 からの状態情報、後述する制御機構部 2 0 5 からのアクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  の状態情報、時間経過等に基づいて、次の行動を決定し、決定された行動の内容を、行動指令情報として、姿勢遷移機構部 2 0 4 に出力する。また、行動決定機構部 2 0 3 は、次の行動が発話である場合、音声合成部 2 0 8 へ発話指令情報を送信する。

【 0 0 7 8 】

姿勢遷移機構部 2 0 4 は、行動決定機構部 2 0 3 から供給される行動指令情報に基づいて、ロボット 5 の姿勢を、現在の姿勢から次の姿勢に遷移させるための姿勢遷移情報を生成し、これを制御機構部 2 0 5 に送出する。 10

【 0 0 7 9 】

制御機構部 2 0 5 は、姿勢遷移機構部 2 0 4 からの姿勢遷移情報にしたがって、アクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  を駆動するための制御信号を生成し、これを、アクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  を制御するサブ制御部であり、各構成ユニット（胴体部ユニット 1 1、頭部ユニット 1 2、腕部ユニット 1 3、脚部ユニット 1 4）に配設されたノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  へ送信する。制御信号を受信したノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  は、この制御信号に基づいて、各ノードに接続しているアクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  を駆動し、ロボット 5 に種々の動作を実行させる。また、制御機構部 2 0 5 は、ノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  から、例えば、アクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  の状態情報を取得し、ロボット 5 の各関節機構の状態を行動決定機構部 2 0 3 へ通知する。 20

【 0 0 8 0 】

即ち、制御機構部 2 0 5 は、ノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  と通信をするためにホストコントローラ 2 3 1 を有している。ホストコントローラ 2 3 1 は、例えば、制御機構部 2 0 5 が生成した制御信号を、パケットに格納してノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  へ送信したり、また例えば、ノード  $N_1$  乃至  $N_{24}$  が、ホストコントローラ 2 3 1 へ送信したアクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_{24}$  の情報を含んだパケットを受信して、制御機構部 2 0 5 に各関節機構の状態の情報を供給する。

【 0 0 8 1 】

音声合成部 2 0 8 は、行動決定機構部 2 0 3 から発話指令情報を受信し、その発話指令情報にしたがって、例えば、規則音声合成を行い、合成音をスピーカ 7 2 に供給して出力させる。 30

【 0 0 8 2 】

図 9 は、ホストコントローラ 2 3 1 と、ロボット 5 の各構成ユニット（胴体部ユニット 1 1、頭部ユニット 1 2、腕部ユニット 1 3、脚部ユニット 1 4）に配設されたノード  $N_1$  乃至  $N_n$  とで構成される通信システムの第 1 の構成例を示している。

【 0 0 8 3 】

図 9 の通信システムにおいて、ホストコントローラ 2 3 1 とノード  $N_1$  乃至  $N_n$  それぞれとは、バス型のメイン通信路 2 4 1 を介して通信を行なう。ノード  $N_1$  乃至  $N_n$  は、メイン通信路 2 4 1 を介して並列に接続している。従って、ホストコントローラ 2 3 1 が送信したパケットは、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  へ送信される。また、あるノード  $N_i$  が送信したパケットは、ホストコントローラ 2 3 1 と他のすべてのノード  $N_j$  ( $j = 1, 2, \dots, n, j \neq i$ ) とへ送信される。そして、ノード  $N_i$  は、パケットを受信し、そのパケットの宛先が自分宛であるとき、パケットを処理し、パケットの宛先が自分宛ではないとき、パケットを無視する。 40

【 0 0 8 4 】

本実施の形態では、ホストコントローラ 2 3 1 は、ブロードキャストにより、リードリクエストパケットを送信する。即ち、ホストコントローラ 2 3 1 は、パケットの宛先に、ブロードキャストである旨の信号であるブロードキャスト信号を格納し、リードリクエストパケットを送信する。すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  は、ホストコントローラ 2 3 1 が送信 50

したリードリクエストパケットを受信し、宛先にブロードキャスト信号が格納されているとき、自分宛のパケットであると認識する。これにより、ホストコントローラ 231 が、1 つのリードリクエストパケットをブロードキャストすることにより、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  において、リードリクエストパケットを受信することができる。

#### 【0085】

さらに、ノード  $N_1$  乃至  $N_n$  それぞれは、ホストコントローラ 231 が送信したリードリクエストパケットを受信した場合、そのリードリクエストパケットに対する応答であるアンサパケットを作成し、所定の順番で、自分のアンサパケットを送信する。即ち、ノード  $N_i$  は、データ  $D_i[0:k]$  を保持しており、リードリクエストパケットによって、データ  $D_i[0:k]$  が要求された場合には、データ  $D_i[0:k]$  をアンサパケットに配置して送信する。なお、データ  $D_i[0:k]$  は、例えば、データ長が  $k+1$  ビットのデータを表す。

10

#### 【0086】

メイン通信路 241 は、ホストコントローラ 231 とノード  $N_i$  とを接続する通信路である。なお、メイン通信路 241 を介してやりとりする信号は、例えば、電気による信号でも光による信号でもよい。さらに、メイン通信路 241 を介した通信としては、シリアル通信でも、パラレル通信でも可能である。

#### 【0087】

図 10 は、ホストコントローラ 231 が、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  からデータ  $D_1[0:k]$  乃至  $D_n[0:k]$  を取得するときの処理を説明するフローチャートを示している。

20

#### 【0088】

まず最初に、ホストコントローラ 231 は、ステップ S41 において、情報の読み出しを要求するリードリクエストパケットを、ブロードキャストで送信して、ステップ S42 に進む。ステップ S42 において、ノード  $N_1$  乃至  $N_n$  それぞれは、ホストコントローラ 231 から送信されたリードリクエストパケットを受信し、そのリードリクエストパケットを解析する。さらに、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  は、リードリクエストパケットに格納されたデータに対する応答としてのアンサパケットを作成して、ステップ S43 に進む。

#### 【0089】

ステップ S43 において、ノード  $N_n$  は、ホストコントローラ 231 へデータ  $D_n[0:k]$  を格納したアンサパケットを送信する。ステップ S43 からステップ S44 に進み、ノード  $N_{n-1}$  は、ステップ S43 でノード  $N_n$  が送信したアンサパケットを受信することにより、ホストコントローラ 231 に対して自分より 1 つ前のノード  $N_n$  がアンサパケットを送信したことを確認し、その後、ホストコントローラ 231 へデータ  $D_{n-1}[0:k]$  を格納した自分のアンサパケットを送信する。以下同様に、各ノード  $N_i$  がノード番号  $i$  の降順にアンサパケットを送信し、ステップ S45 において、ノード番号が 1 のノード  $N_1$  が、ホストコントローラ 231 へデータ  $D_1[0:k]$  を格納したアンサパケットを送信する。これにより、ホストコントローラ 231 は、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  からデータ  $D_1[0:k]$  乃至  $D_n[0:k]$  を取得する。

30

#### 【0090】

このように、ホストコントローラ 231 とノード  $N_1$  乃至  $N_n$  とがバス型のメイン通信路 241 で接続されている通信システムにおいて、ホストコントローラ 231 がブロードキャストによりリードリクエストを送信する場合、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  は、そのリードリクエストパケットの受信と、アンサパケットの作成を、ほぼ同時に行なうことができる。そのため、図 9 の通信システムでは、 $n$  個のノード  $N_1$  乃至  $N_n$  がリードリクエストパケットを受信してからアンサパケットを作成するまでの時間は、前述した図 1 の場合と比較すると、理論的には  $n$  分の 1 に短縮できる。また、図 9 の通信システムでは、各ノード  $N_i$  が所定の順番で、即ち、ノード番号の降順にアンサパケットを送信することにより、ノード  $N_1$  乃至  $N_n$  が送信したアンサパケットがホストコントローラ 231 に集中するのを避けることができる。即ち、アンサパケット同士の衝突などによる、パケットの再送をな

40

50

くすることができる。

【0091】

図11は、図9のホストコントローラ231の機能的構成例を示すブロック図である。ホストコントローラ231は、通信部262と制御部261とから構成されている。さらに、通信部262は、メイン通信路241と接続している。

【0092】

通信部262は、メイン通信路241を介して、ノードN<sub>i</sub>との間でパケットの送信と受信を行なう。即ち、通信部262は、制御部261から供給されたパケットを、ノードN<sub>i</sub>へ送信する。また、通信部262は、ノード<sub>i</sub>が送信したホストコントローラ231宛のパケットを受信し、制御部261へ供給する。

10

【0093】

制御部261は、制御機構部205からノードN<sub>i</sub>を制御する制御信号を受信し、ノードN<sub>i</sub>に制御信号などを伝えるためのパケットを作成して、通信部262へ供給する。例えば、制御部261は、制御機構部205から、ノードN<sub>i</sub>が所持しているアクチュエータA<sub>i</sub>の情報を取得したい旨の制御信号が供給された場合、リードリクエストパケットを作成して、通信部262へ送信する。また、制御部261は、通信部262が受信したノードN<sub>i</sub>が送信したパケットを取得し解析して、パケットに格納された、例えば、アクチュエータA<sub>i</sub>の情報を制御機構部205へ供給する。

【0094】

図12は、図9のノードN<sub>j</sub>の機能的構成例を示すブロック図である。ノードN<sub>j</sub>は、通信部271、解析部272、作成部273、記憶部274から構成されている。

20

【0095】

通信部271は、メイン通信路241に接続されている。通信部271は、ホストコントローラ231や他のノードN<sub>j</sub>が送信したメイン通信241上のパケットを受信し、そのパケットの種類(Type部)とパケットの宛先(ADDR部)とを解析する。即ち、例えば、受信したパケットが、ホストコントローラ231が送信した自分宛て(ノードN<sub>i</sub>宛て)のパケットである場合、通信部271は、そのパケットを解析部272へ供給する。また、通信部271は、受信したパケットが、他のノードN<sub>j</sub>が送信したアンサパケットである場合、そのパケットの送信元を解析する。

【0096】

また、通信部271は、作成部273が作成した、ブロードキャストによるリードリクエストパケットに対する応答としてのアンサパケットを、所定の順番でメイン通信路241を介してホストコントローラ231へ送信する。即ち、例えば、通信部271は、他のノードN<sub>j</sub>が送信したアンサパケットの送信元と、記憶部274の記憶内容とを適宜比較し、自分がアンサパケットを送信する順番であるかどうかを判定する。そして、通信部271は、自分がアンサパケットを送信する順番であると判定したとき、自分のアンサパケットをホストコントローラ231へ送信する。

30

【0097】

解析部272は、通信部271からパケットを受信し、そのパケットを解析する。さらに、解析部272は、パケットの解析結果に基づいて所定の処理を行なう。即ち、例えば、解析部271は、受信したパケットが、ホストコントローラ231が送信したリードリクエストパケットの場合、ノードN<sub>j</sub>が制御するアクチュエータA<sub>i</sub>の情報が要求されたことを認識する。この場合、解析部272は、アクチュエータA<sub>i</sub>の情報を取得して、作成部273へ供給する。

40

【0098】

作成部273は、ホストコントローラ231へ送信するアンサパケットを作成する。さらに、作成部273は、解析部272から供給された情報をアンサパケットに格納する。また、作成部273は、通信部271へ作成したパケットを供給する。即ち、例えば、解析部272からアクチュエータA<sub>i</sub>の情報を受信した場合、作成部273は、アクチュエータA<sub>i</sub>の情報を格納した、ホストコントローラ231宛のアンサパケットを作成する。

50

さらに、作成部 273 は、作成したアンサパケットを通信部 271 へ供給する。

【0099】

記憶部 274 は、例えば、半導体メモリなどで構成され、自分のノード番号である  $i$  を、アンサパケットの送信順として記憶している。通信部 271 は、他のノード  $N_j$  が送信したアンサパケットを受信して、アンサパケットの送信元であるノード  $N_j$  のノード番号  $j$  を認識するとともに、記憶部 274 が記憶している自分のノード番号  $i$  を読み取る。そして、通信部 271 は、受信したアンサパケットの送信元のノード番号  $j$  が自分のノード番号  $i$  の 1 つ後の番号であるとき、即ち、 $j = i + 1$  のとき、自分のアンサパケットをホストコントローラ 231 へ送信する。

【0100】

図 13 は、ホストコントローラ 231 とノードとの間で送受信するパケットのフォーマットを示している。

【0101】

図 13 の上図は、コンテンツ付のパケットのフォーマットを示している。例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード  $N_i$  にデータの書き込みを要求する場合、コンテンツ付のパケットのフォーマットを使用して、書き込ませるデータを配置したライトリクエストパケットを作成する。また、例えば、ノード  $N_i$  の作成部 273 は、ホストコントローラ 231 の要求に応じてデータを送信する場合、コンテンツ付のパケットのフォーマットを使用して、要求されたデータを配置したアンサパケットを作成する。

【0102】

図 13 の中図は、パケットの CTRL 部を示している。

【0103】

図 13 の下図は、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを示している。例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード  $N_i$  のデータを要求する場合、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを使用して、リードリクエストパケットを作成する。また、例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード  $N_i$  に USER'S BIT の書き込み等を要求する場合、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを使用して、ライトリクエストパケットを送信する。さらに、例えば、ノード  $N_i$  の作成部 273 は、ホストコントローラ 231 の要求に応じる送信すべきデータがない場合、コンテンツ無しのパケットフォーマットを使用して、アンサパケットを送信する。

【0104】

コンテンツ無しのパケットのフォーマットは、コンテンツ付のパケットのフォーマットからユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_n$ 、および CRC 部を省いたパケットのフォーマットであり、その他の各部の構成については同一である。従って、以下の各部の説明においては、コンテンツ付のパケットのフォーマットについて記述する。

【0105】

パケットは、その先頭から、8 ビットの同期信号が配置される SYNC (Synchronization word) 部、パケットの種類やアドレスを格納する CTRL (Control) 部、CTRL 部のビット列をビット反転したビットが配置される nCTRL 部、ユーザデータ (ペイロード) を格納するコンテンツ部、およびデータのエラーを検出するコードが配置される CRC 部が順次配置されて構成される。

【0106】

CTRL 部には、CTRL が格納される。CTRL は、例えば、8 ビットで、パケットの種類を表す 2 ビットの Type (タイプ) 部、ユーザがアプリケーションで自由に使用する 2 ビットの User's Bit (ユーザビット) 部、および、パケットの宛先もしくはパケットの送信元を表す 4 ビットの ADDR (アドレス) 部で構成されている。

【0107】

Type 部には、パケットの種類を表すタイプが格納される。即ち、例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード  $N_i$  から情報を取得するリードリクエストパケットを作成する場合、Type 部にリードリクエスト信号としての 2 ビットを格納する。一方、

10

20

30

40

50



ノード  $N_i$  の作成部 273 は、リードリクエストに応答するアンサパケットを作成する場合、Type部にアンサ信号としての2ビットを格納する。また、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード  $N_i$  に制御信号等の情報を書き込むライトリクエストパケットを作成する場合、Type部にライトリクエスト信号としての2ビットを格納する。

#### 【0108】

ADDR (Address) 部には、パケットの宛先もしくは送信元のアドレスが格納される。即ち、例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、ノード  $N_i$  へパケットを送信する場合、宛先であるノード  $N_i$  を表す情報としての、例えば、ノード番号  $i$  をADDR部に格納する。また、制御部 261 は、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  へパケットを送信する場合、ブロードキャスト信号としての4ビットをADDR部に格納する。一方、ノード  $N_i$  の作成部 273 は、アンサパケットをホストコントローラ 231 へ送信する場合、送信元である自分を表す情報としての、例えば、ノード番号  $i$  をADDR部に格納する。

10

#### 【0109】

従って、例えば、ノード  $N_i$  の通信部 271 は、受信したパケットのType部を解析することにより、受信したパケットがリードリクエストパケットであるか、またはアンサパケットであるかを認識することができる。さらに、例えば、ノード  $N_i$  の通信部 271 は、受信したパケットがリードリクエストパケットである場合、ADDR部に自分のノード番号  $i$  もしくは、ブロードキャスト信号が格納されているとき、自分宛てのパケットと認識してパケットを受信し、解析部 272 へ供給する。一方、ノード  $N_i$  の通信部 271 は、ADDR部に他のノード番号  $j$  が格納されているとき、パケットを無視（破棄）する。また、ノード  $N_i$  の通信部 271 は、受信したパケットがアンサパケットである場合、ADDR部を解析して、送信元のノード番号を認識する。

20

#### 【0110】

nCTRL部には、CTRL部に配置したビット列をビット反転したビット列であるnCTRLが格納される。従って、nCTRLをビット反転したものと、CTRLとが一致していない場合、CTRLにエラーが生じている可能性がある。

#### 【0111】

以上のSYNC部、CTRL部、およびnCTRL部がパケットのヘッダを構成している。パケットのヘッダの後には、送信するユーザデータが配置される。

#### 【0112】

コンテンツ部には、ユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_m$  が格納される。ユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_n$  は、パケットの送信先へ送信するデータである。例えば、ノード  $N_i$  の作成部 273 は、ホストコントローラ 231 が送信したリードリクエストパケットを受信した場合、アクチュエータ  $A_i$  の状態のデータ  $D_i [0:m]$  ( $m = k+1$ ) をコンテンツ部に格納したアンサパケットを作成する。

30

#### 【0113】

CRC (Cyclic Redundancy Check) 部には、伝送によってパケットのユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_n$  にエラーが発生していないかどうかを検出するコードである、CRCコードが格納される。例えば、ホストコントローラ 231 の制御部 261 は、送信するパケットのユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_n$  からCRCコードを算出して、CRC部に格納する。一方、パケットを受信したノード  $N_i$  の解析部 272 は、ホストコントローラ 231 の制御部 261 と同一の算出方法によりCRCコードを算出する。そして、ノード  $N_i$  の解析部 272 は、CRC部に格納されたCRCコードと算出したCRCコードとを比較して、ユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_n$  にエラーが発生しているかどうかを検出する。ユーザデータ  $D_1$  乃至  $D_n$  にエラーが発生していると検出された場合、ノード  $N_i$  の解析部 272 は、例えば、通信部 271 およびメイン通信路 241 を介して、ホストコントローラ 231 へパケットの再送を要求する。CRC部に配置されるCRCコードは、ノード  $N_i$  からホストコントローラ 231 にパケットが送信される場合にも、同様に処理される。

40

#### 【0114】

図14のフローチャートを参照して、図9のホストコントローラ 231 が、すべてのノ

50

ード  $N_1$  乃至  $N_n$  から情報を取得するときの処理について説明する。

【0115】

まず最初に、ステップ S 6 1 において、ホストコントローラ 2 3 1 の制御部 2 6 1 は、制御機構部 2 0 5 からアクチュエータ  $A_1$  乃至  $A_n$  のデータを取得する要求を受けた場合、リードリクエストパケットを作成し、通信部 2 6 2 へ供給する。さらに、ステップ S 6 1 では、ホストコントローラ 2 3 1 の通信部 2 6 2 は、制御部 2 6 1 が作成したリードリクエストパケットを、メイン通信路 2 4 1 へ送信し、ステップ S 6 2 に進む。即ち、制御部 2 6 1 は、コンテンツ無しのパケットのフォーマットを使用して、Type 部にリードリクエスト信号を配置し、ADDR 部にブロードキャスト信号を配置したパケットを作成し通信部 2 6 2 へ供給する。通信部 2 6 2 は、制御部 2 6 1 が供給したパケットを受取り、メイン通信路 2 4 1 を介して送信する。これにより、リードリクエストパケットがブロードキャストされる。

【0116】

ステップ S 6 2 では、ホストコントローラ 2 3 1 の制御部 2 6 1 は、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  からアンサパケットを受信したか否かを判定する。ステップ S 6 2 において、制御部 2 6 1 は、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  のアンサパケットを受信していないと判定した場合、ステップ S 6 2 に戻り、同様の処理を繰り返す。一方、ステップ S 6 2 において、制御部 2 6 1 は、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  からのアンサパケットを受信したと判定した場合、処理を終了する。これにより、ホストコントローラ 2 3 1 は、すべてのアクチュエータの状態を表すデータ  $D_1 [0 : m]$  乃至  $D_n [0 : m]$  を取得する。

【0117】

図 1 5 のフローチャートを参照して、ホストコントローラ 2 3 1 からブロードキャストによるリードリクエストパケットが送信されたときの、図 9 のノード  $N_i$  の処理について説明する。

【0118】

まず最初に、ステップ S 7 1 において、ノード  $N_i$  の通信部 2 7 1 は、ホストコントローラ 2 3 1 が送信したリードリクエストパケットを受信する。通信部 2 7 1 は、受信したパケットの Type および ADDR を解析し、ADDR がブロードキャスト信号であり、Type がリードリクエスト信号である場合、ホストコントローラ 2 3 1 が送信したブロードキャストによるリードリクエストパケットであると認識する。通信部 2 7 1 は、リードリクエストパケットを受信した旨の情報を解析部 2 7 2 へ供給し、解析部 2 7 2 は、供給されたリードリクエストパケットを受信した旨の情報に基づいて、ノード  $N_i$  が制御するアクチュエータ  $A_i$  の状態を表すデータ  $D_i [0 : m]$  を作成部 2 7 3 へ供給する。そして、ステップ S 7 1 からステップ S 7 2 に進む。

【0119】

ステップ S 7 2 において、作成部 2 7 3 は、解析部 2 7 2 から供給されたデータ  $D_i [0 : m]$  をコンテンツ部に配置したアンサパケットを作成し、作成したアンサパケットを通信部 2 7 1 へ供給する。即ち、作成部 2 7 3 は、コンテンツ付のパケットのフォーマットを使用し、Type 部にアンサ信号を配置し、ADDR 部に自分を表す信号であるノード番号  $i$  を配置するとともに、ユーザデータ部にデータ  $D_i [0 : m]$  を格納したパケットを作成する。

【0120】

ステップ S 7 2 から S 7 3 に進み、通信部 2 7 1 は、ノード  $N_{i+1}$  がアンサパケットを送信したか否かを判定する。即ち、通信部 2 7 1 は、メイン通信路 2 4 1 を介して送信される他のノード  $N_j$  が送信したパケットを受信し、受信したパケットの Type 部にアンサ信号が配置されていない、もしくは、ADDR 部にノード番号  $i + 1$  が配置されていないと判定した場合、ステップ S 7 3 に戻る。一方、通信部 2 7 1 は、受信したパケットの Type 部にアンサ信号が配置されており、且つ、ADDR 部にノード番号  $i + 1$  が配置されていると判定した場合、即ち、ノード  $N_{i+1}$  がアンサパケットを送信したと認識した場合、次に自分のアンサパケットを送信する順番であると認識して、ステップ S 7 4 に進む。

## 【0121】

ステップS74において、通信部271は、ステップS73でノード $N_{i+1}$ のアンサパケットを受信したことを確認した後、自分のアンサパケットをホストコントローラ231へ送信し、処理を終了する。

## 【0122】

なお、ここでは、ノード番号が最大のノード $N_n$ が、ブロードキャストによるリードリクエストパケットに対するアンサパケットを最初に送信すべきノードであるが、この、アンサパケットを最初に送信すべきノードであるノード $N_n$ は、ステップS73の処理をスキップする。即ち、ノード $N_n$ は、ステップS72でアンサパケットを作成した後、ステップS74において、即座に、そのアンサパケットを送信する。

10

## 【0123】

図16は、ホストコントローラ231と、ロボット5の各構成ユニット（胴体部ユニット11、頭部ユニット12、腕部ユニット13、脚部ユニット14）に配設されたノード $N_1$ 乃至 $N_n$ とで構成される通信システムの第2の構成例を示している。

## 【0124】

図16において、ホストコントローラ231は、メイン通信路242を介して、ノード $N_1$ と接続している。そして、ノード $N_1$ は、メイン通信路242を介して、ノード $N_2$ とも接続している。以下、同様に、最終的には、ノード $N_{n-1}$ は、メイン通信路242を介して、ノード $N_n$ と接続している。即ち、ホストコントローラ231とノード $N_1$ 乃至 $N_n$ は、メイン通信路242を介して直列に接続されたデジチェーンの構造の通信システムを構成している。

20

## 【0125】

さらに、図16のデジチェーンの構造の通信システムにおいて、ホストコントローラ231からノード $N_i$ の方向を下り方向と、ノード $N_i$ からホストコントローラ231の方向を上り方向と、それぞれいうものとする、メイン通信路242は、上り方向と下り方向の両方向の通信路を有している。

## 【0126】

ここで、図16のホストコントローラ231は、図11を参照して説明した通信部262と制御部261とで構成される。また、ホストコントローラ231とノード $N_1$ 乃至 $N_n$ とで受け渡しをするパケットは、図13を参照して説明したパケットフォーマットのパケットである。

30

## 【0127】

図17は、図16のノード $N_i$ の機能的構成例を示すブロック図である。ノード $N_i$ は、通信部281、解析部272、作成部273、および記憶部274から構成されている。

## 【0128】

ノード $N_i$ の通信部281は、下流側にあるメイン通信路242と上流側にあるメイン通信路242とを中継するようにして、メイン通信路242に接続している。従って、通信部281は、メイン通信路242を介して送信される、ホストコントローラ231が送信した下り方向のパケットを、上流側のメイン通信路242から受信する。また、通信部281は、メイン通信路242を介して送信される、下流側の他のノード $N_j$ が送信した上り方向のアンサパケットのすべてを、下流側のメイン通信路242から受信する。

40

## 【0129】

また、通信部281は、受信した全てのパケットを同一方向へ転送する。また、通信部281は、受信したパケットのADDR部を解析する。通信部281は、受信したパケットが自分宛であると認識した場合、即ち、ADDR部に自分のノード番号 $i$ が格納されている場合、もしくは、ブロードキャスト信号が格納されている場合、受信したリードリクエストパケットを解析部272へ供給する。また、通信部281は、受信したリードリクエストパケットが他のノード宛である場合、即ち、ADDR部に他のノード番号 $j$ が格納されている場合、受信したリードリクエストパケットを無視（破棄）する。

## 【0130】

50

図 17 のノード  $N_i$  の解析部 272、作成部 273、および記憶部 274 は、図 12 で示したバス型の通信システムにおけるノード  $N_i$  の各部と同様の機能を有するので、説明は省略する。

【0131】

図 18 は、ホストコントローラ 231 と、ロボット 5 の各構成ユニット（胴体部ユニット 11、頭部ユニット 12、腕部ユニット 13、脚部ユニット 14）に配設されたノード  $N_1$  乃至  $N_n$  とで構成される通信システムの第 3 の構成例を示している。

【0132】

図 18 の通信システムにおいては、図 16 における場合と同様に、ホストコントローラ 231 とノード  $N_1$  乃至  $N_n$  とが、メイン通信路 243 を介して直列に接続され、これにより、デージーチェーン構造の通信システムが構成されている。但し、メイン通信路 243 を介した通信は、上り方向と下り方向の両方向について同時に行うことができず、いずれか一方方向のみに行なうことが可能となっている。このため、ノード  $N_i$  は、メイン通信路 243 の通信方向を切り替えながらパケットの送受信を行なう。

【0133】

即ち、ノード  $N_i$  は、例えば、上流側からの下り方向のパケットを受信し、下流側にパケットを送信する状態となっている。例えば、ホストコントローラ 231 がブロードキャストによりリードリクエストパケットを送信した場合、このリードリクエストパケットは、下流側に転送（送信）される。また、ノード  $N_i$  は、受信したリードリクエストパケットの ADDR 部を解析し、受信したリードリクエストパケットが下流側の他のノード  $N_j$  宛（ブロードキャストリードリクエストを含む）である場合、メイン通信路 243 の通信方向を切り替え、下流側からの上り方向のパケットを受信し、上流側にパケットを送信する状態となる。さらに、ノード  $N_i$  は、自分のアンサパケットを上流側へ送信した後、再び、メイン通信路 243 の通信方向を切り替え、上流側からの下り方向のパケットを受信する状態となる。

【0134】

図 19 は、図 18 のノード  $N_i$  の機能的構成例を示すブロック図である。ノード  $N_i$  は、通信部 291、通信部 291 に設置された通信切り替え部 292、解析部 272、作成部 273、および記憶部 274 から構成されている。

【0135】

ノード  $N_i$  の通信部 291 は、下流側にあるメイン通信路 243 と上流側にあるメイン通信路 243 とを中継するようにして、メイン通信路 243 と接続している。従って、通信部 291 は、メイン通信路 243 を介して送信されるホストコントローラ 231 が送信した下り方向のリードリクエストパケットと、下流側の他のノード  $N_j$  が送信した上り方向のアンサパケットとのすべてを受信する。

【0136】

通信方向切り替え部 292 は、通信部 291 からメイン通信路 243 の通信方向を切り替える情報を受取ったとき、メイン通信路 243 の通信方向を、上り方向もしくは下り方向に切り替える。

【0137】

通信部 291 は、例えば、ホストコントローラ 231 がブロードキャストで送信した下り方向のリードリクエストパケットを受信した場合、受信したリードリクエストパケットを下流側へ転送する。さらに、通信部 291 は、その受信したリードリクエストパケットが自分より下流側の他のノード  $N_j$  宛（ブロードキャストを含む）と認識した場合、通信方向切り替え部 292 によって、メイン通信路 243 の通信方向を下り方向から上り方向へ切り替えさせる。また、例えば、通信部 291 は、下流側の他のノード  $N_{i+1}$  のアンサパケットを受信し上流側へ転送した後、自分のアンサパケットを上流側へ送信する。さらに、自分のアンサパケットを上流側へ送信した後、通信方向切り替え部 292 によって、メイン通信路 243 の通信方向を上り方向から下り方向へ切り替えさせる。

【0138】

図 19 のノード  $N_i$  の解析部 272、作成部 273、および記憶部 274 は、図 12 で示したバス型の通信システムにおけるノード  $N_i$  の各部と同様の機能を有するのでその説明は省略する。

【0139】

このように、通信方向の切り替えが必要なメイン通信路 243 で接続されたデ이지チェーン構造の通信システムにおいても、ノード  $N_i$  は、通信方向を切り替えながら、下流側のノードから順番に（ノード番号の降順で）アンサパケットを送信することができる。よって、ホストコントローラ 231 は、短時間ですべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  から情報を取得することができる。

【0140】

なお、図 9、図 16、および図 19 に示した通信システムにおいて、ノード  $N_i$  の記憶部 274 には、自分のノード番号  $i$  に加えて、自分が何番目にアンサパケットを送信するかの情報を記憶しておくことができる。この場合、ノード  $N_i$  の通信部 271、通信部 281、並びに通信部 291 は、既に受信したアンサパケットの数をカウントすることにより、自身の送信する順番であることを認識することができる。ただし、図 16 及び図 19 の通信システムでは、ノード  $N_i$  は、自分より下流側にあるノードが送信したアンサパケットしか受信できないので、即ち、自分より上流側にあるノードが送信したアンサパケットは受信することができないので、アンサパケットを送信する順番は、最も下流側にあるノード  $N_n$  を 1 番目とし、ノード番号の降順とすることが望しい。

【0141】

また、図 9 および図 16 の通信システムにおいて、ノード  $N_i$  の記憶部 274 には、他のノード  $N_j$  のノード番号  $j$  を記憶させることができる。この場合、ノード  $N_i$  の通信部 271 または通信部 281 は、受信したアンサパケットのノード番号が、記憶部 274 に記憶している他のノード番号  $j$  と一致したとき、次に自分のアンサパケットを送信する順番であることを認識することができる。

【0142】

さらに、図 9、図 16、および図 19 の通信システムにおいて、ノード  $N_i$  の記憶部 274 には、所定の時間を記憶しておくことができる。この場合、ノード  $N_i$  において、あるトリガから所定の時間が経過したときに自身のアンサパケットを送信させることにより、すべてのノード  $N_1$  乃至  $N_n$  が所定の順番にアンサパケットを送信することができる。即ち、例えば、ノード  $N_i$  の通信部 271、通信部 281、並びに通信部 291 は、ブロードキャストによるリードリクエストパケットを受信したことをトリガに、所定の時間が経過したときに、自分のアンサパケットを送信することができる。但し、この場合、所定の時間は、ノード  $N_1$  乃至  $N_n$  それぞれが、ブロードキャストによるリードリクエストパケットを受信するタイミングのタイムラグを考慮して設定する必要がある。

【0143】

また、アンサパケットを最初に送信するノード  $N_i$  は、記憶部 274 に、自身が最初に送信する旨を記憶しておくことができる。即ち、ノード  $N_i$  は、その記憶部 274 に、自分のアンサパケットを一番に送信することを記憶している場合、ブロードキャストによるリードリクエストパケットを受信すると、即座にアンサパケットを送信する。

【0144】

さらに、ホストコントローラ 231 には、アンサパケットを送信する所定の順番を格納したパケットを送信させることができる。この場合、ノード  $N_i$  は、ホストコントローラ 231 が送信した、アンサパケットを送信する所定の順番を格納したパケットを受信し、記憶部 274 に記憶している情報を更新することができる。

【0145】

図 20 は、ホストコントローラ 231 と、ロボット 5 の各構成ユニット（胴体部ユニット 11、頭部ユニット 12、腕部ユニット 13、脚部ユニット 14）に配設されたノード  $N_1$  乃至  $N_n$  とで構成される通信システムの第 4 の構成例を示している。

【0146】

10

20

30

40

50

図 20 では、ホストコントローラ 231 とノード  $N_1$  乃至  $N_n$  とは、メイン通信路 241 を介して接続しており、これにより、図 9 における場合と同様の通信システムを構成している。さらに、図 20 では、ノード  $N_1$  と、ノード  $N_{1-1}$  乃至  $N_{1-m}$  とが、メイン通信路 244 を介して接続されている。

【0147】

即ち、ノード  $N_1$  は、メイン通信路 241 または他のノード  $N_2$  乃至  $N_n$  からパケットを受信すると、そのパケットを、メイン通信路 244 を介して、ノード  $N_{1-1}$  乃至  $N_{1-m}$  に転送し、さらに、ノード  $N_1$  は、ノード  $N_{1-1}$  乃至  $N_{1-m}$  からメイン通信路 244 を介して、パケットを受信すると、そのパケットを、メイン通信路 241 を介して、ホストコントローラ 231 と他のノード  $N_2$  乃至  $N_n$  に転送する。これにより、ホストコントローラ 231 がブロードキャストにより送信したリードリクエストパケットに対して、ノード  $N_1$  乃至  $N_n$  および、ノード  $N_{1-1}$  乃至  $N_{1-m}$  は、上述した場合と同様にして、アンサパケットを、所定の順番で送信する。

【0148】

上述した一連の処理は、専用のハードウェアによっても、またソフトウェアによっても実行することができる。一連の処理をソフトウェアによって行なう場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、通信システムを構成するハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。

【0149】

この記録媒体は、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、磁気ディスク（フレキシブルディスクを含む）、光ディスク（CD-ROM（Compact Disk-Read Only Memory）、DVD（Digital Versatile Disk）を含む）、光磁気ディスク（MD（Mini-Disk）（商標）を含む）、もしくは半導体メモリなどよりなるパッケージメディアとして提供することができる。例えば、図 7 においては、プログラムは、外部メモリ 106 に記録して提供し、メモリ 112 にインストールすることができる。

【0150】

また、本明細書において、フローチャートに記述したステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0151】

なお、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0152】

また、本実施の形態では、本発明をロボットに適用した場合について説明したが、本発明は、ロボット以外の 1 対多の通信を行なうシステムに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0153】

【図 1】従来の通信システムにおける処理の流れを表す図である。

【図 2】本発明を適用したロボットシステムの利用例を示す図である。

【図 3】図 2 のロボット 5 の外観構成を示す斜視図である。

【図 4】図 2 のロボット 5 の外観構成を示す、背後側の斜視図である。

【図 5】図 2 のロボット 5 について説明するための略線図である。

【図 6】図 2 のロボット 5 の内部構成を示すブロック図である。

【図 7】図 2 のロボット 5 の制御に関する部分を主に説明するためのブロック図である。

【図 8】図 7 のメイン制御部 61 の構成を示すブロック図である。

【図 9】本発明を適用した通信システムの第 1 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 10】本発明の通信システムにおける処理の流れを表す図である。

【図 1 1】図 9 のホストコントローラ 2 3 1 の構成例を示すブロック図である。

【図 1 2】図 9 のノード  $N_i$  の構成例を示すブロック図である。

【図 1 3】パケットのフォーマットを示す図である。

【図 1 4】ホストコントローラ 2 3 1 の処理を説明するフローチャートである。

【図 1 5】ノード  $N_i$  の処理を説明するフローチャートである。

【図 1 6】本発明を適用した通信システムの第 2 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 1 7】図 1 6 のノード  $N_i$  の構成例を示すブロック図である。

【図 1 8】本発明を適用した通信システムの第 3 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図 1 9】図 1 8 のノード  $N_i$  の構成例を示すブロック図である。

【図 2 0】本発明を適用した通信システムの第 4 実施の形態の構成例を示すブロック図である。

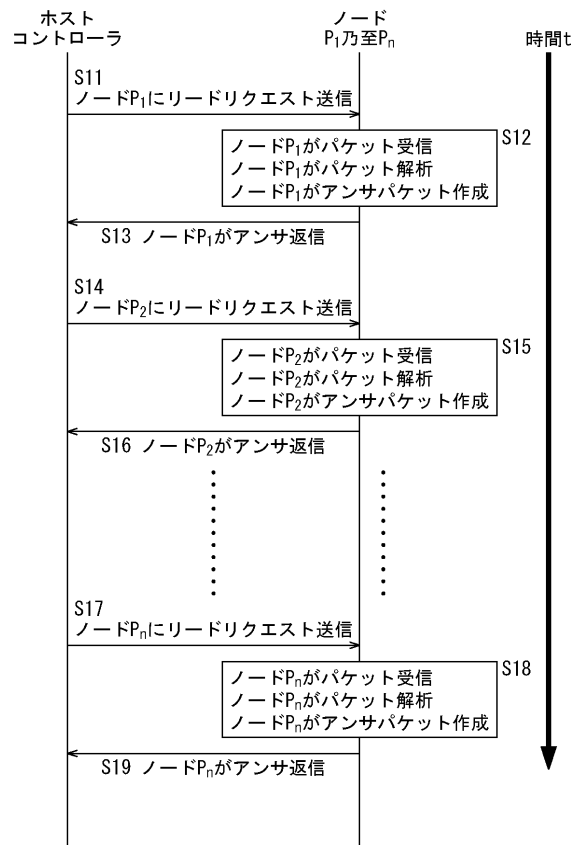
【符号の説明】

【 0 1 5 4 】

5 ロボット, 1 1 胴体ユニット, 1 2 頭部ユニット, 1 3 腕部ユニット, 1 4 脚部ユニット, 5 2 制御ユニット, 6 1 メイン制御部, 1 0 6 外部メモリ, 1 1 2 メモリ, 2 0 5 制御機構部, 2 3 1 ホストコントローラ, 2 4 1 メイン通信路, 2 4 2 メイン通信路, 2 4 3 メイン通信路, 2 4 4 メイン通信路, 2 6 1 通信部, 2 6 2 制御部, 2 7 1 通信部, 2 7 2 解析部, 2 7 3 作成部, 2 7 4 記憶部, 2 8 1 通信部, 2 9 1 通信部, 2 9 2 通信方向切り替え部,  $A_1$  乃至  $A_n$  アクチュエータ,  $N_1$  乃至  $N_n$  ノード

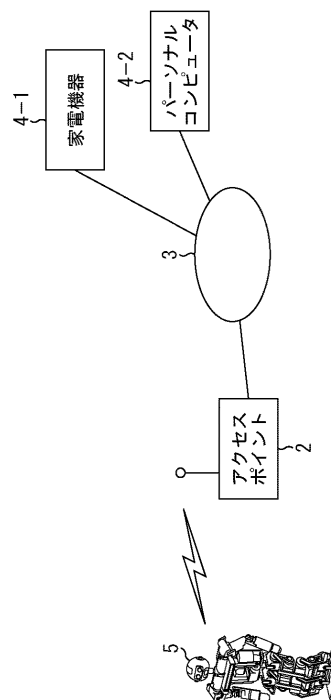
【図 1】

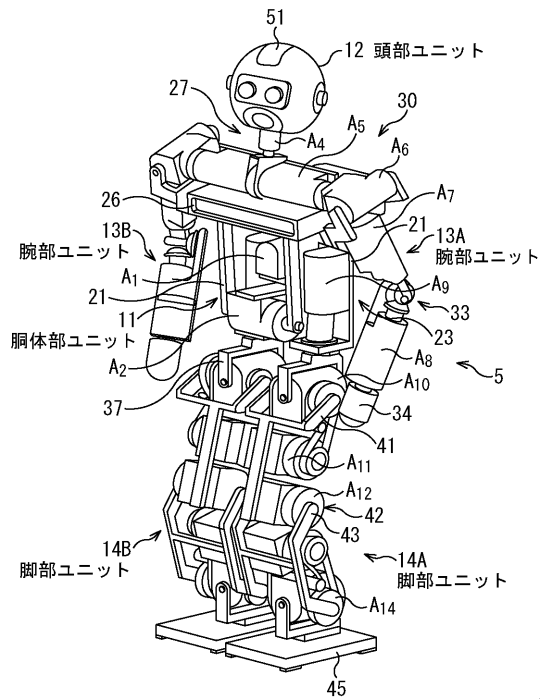
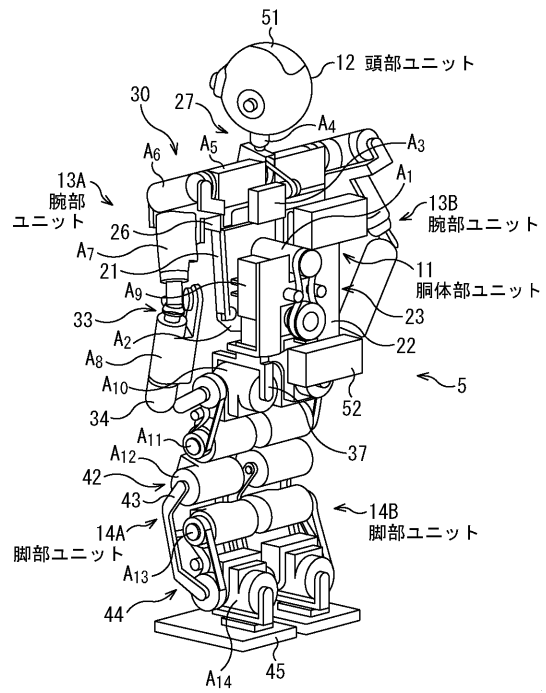
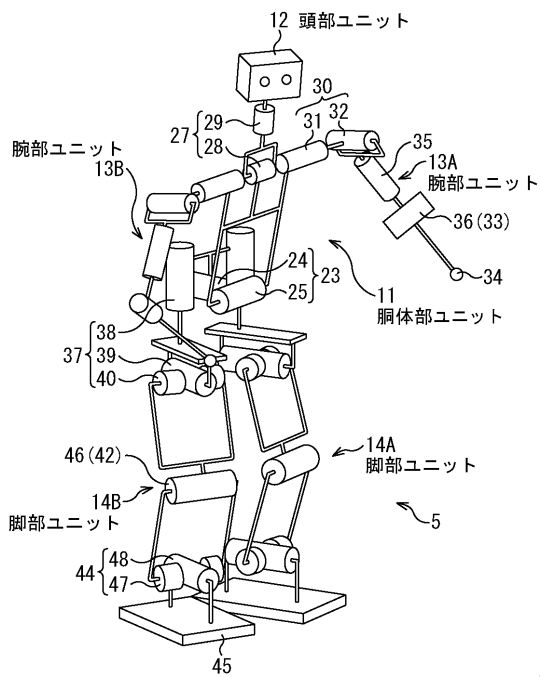
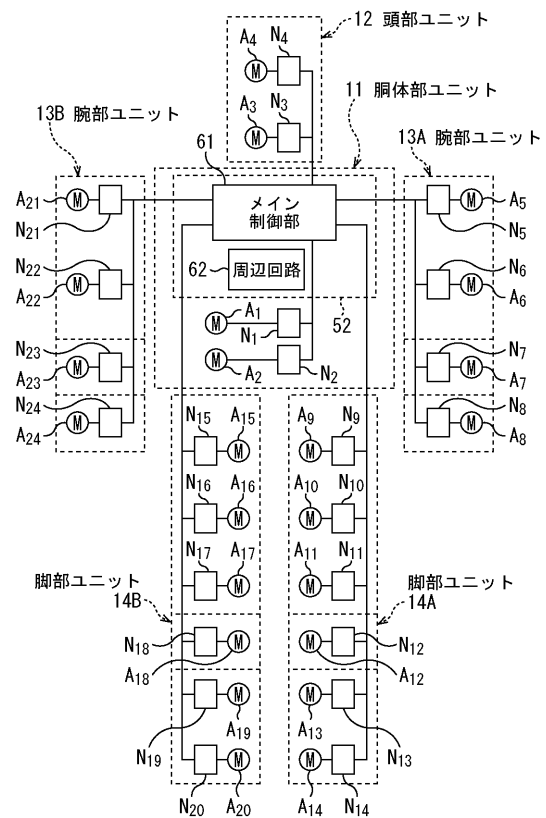
図1



【図 2】

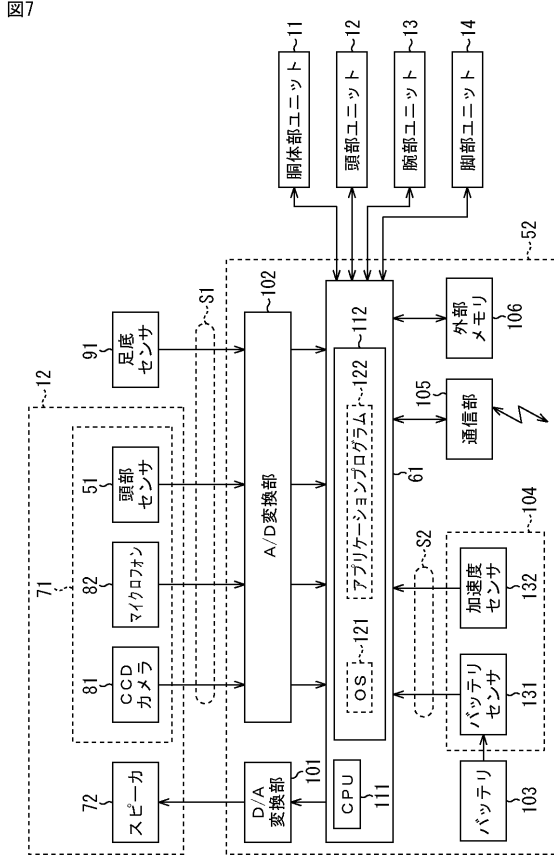
図2



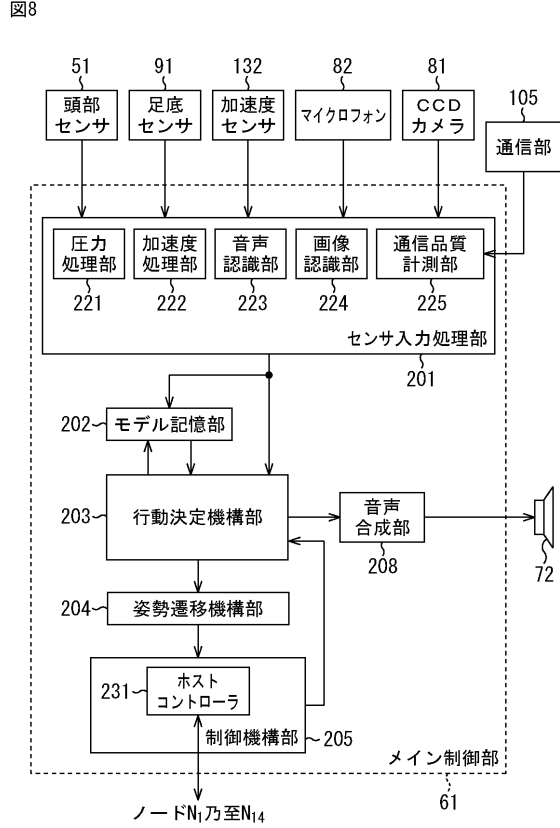
【図 3】  
図3【図 4】  
図4【図 5】  
図5【図 6】  
図6



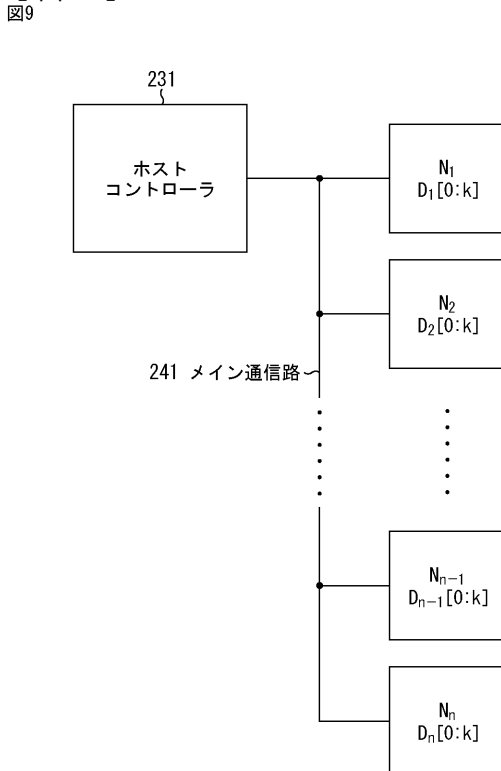
【図 7】



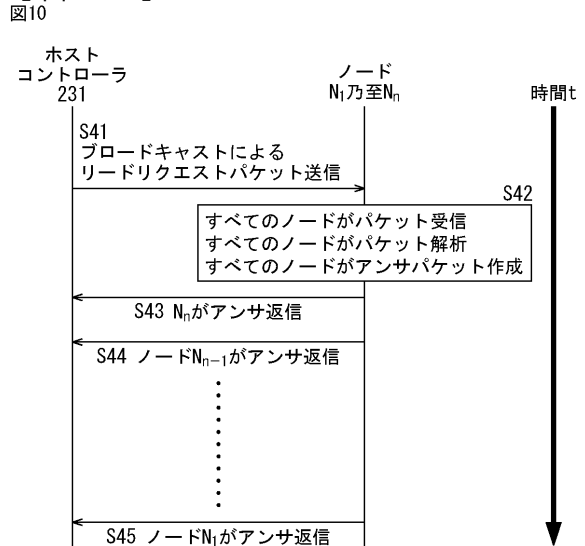
【図 8】

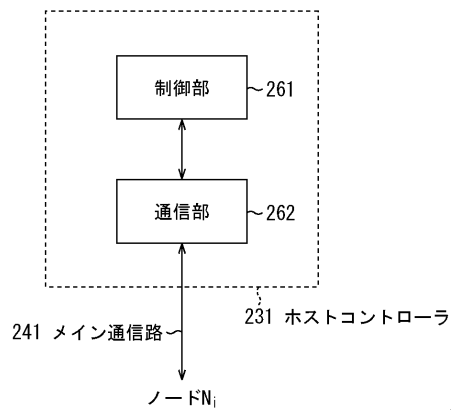
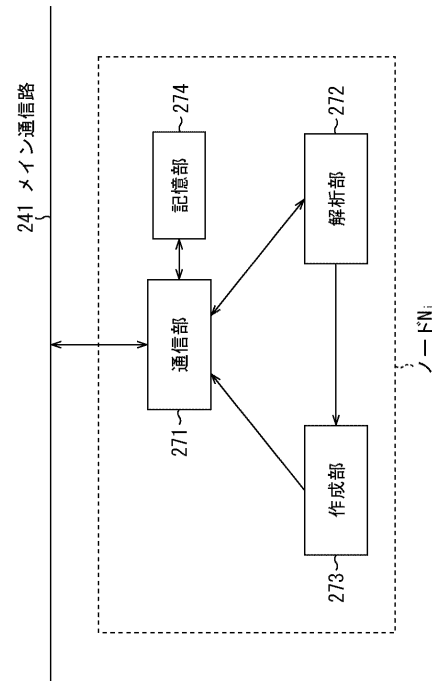
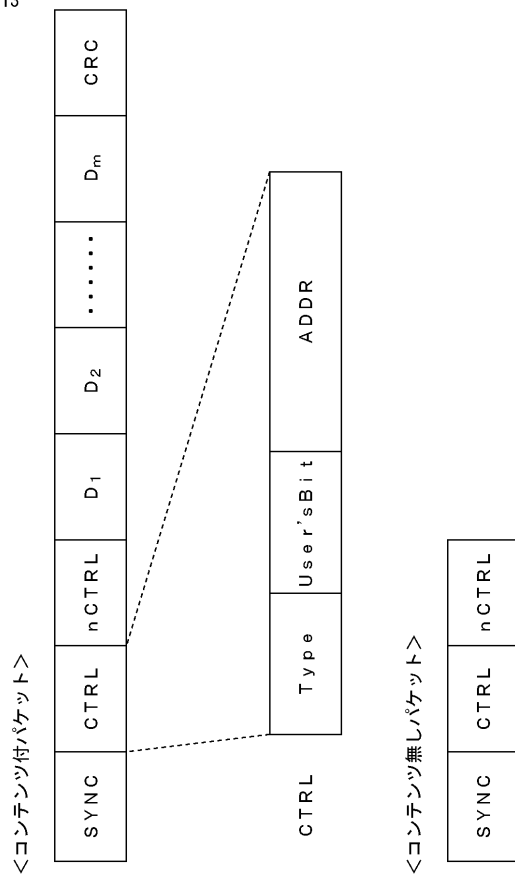
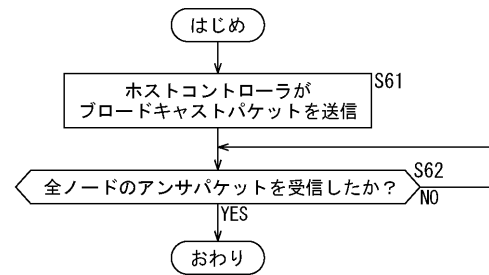
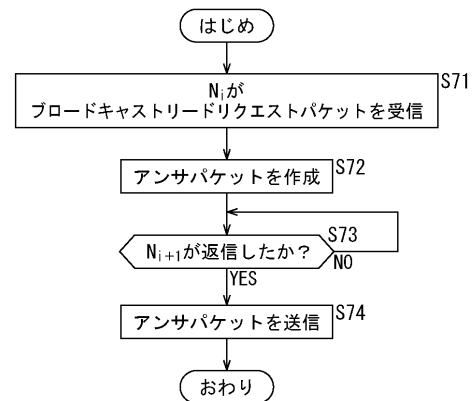


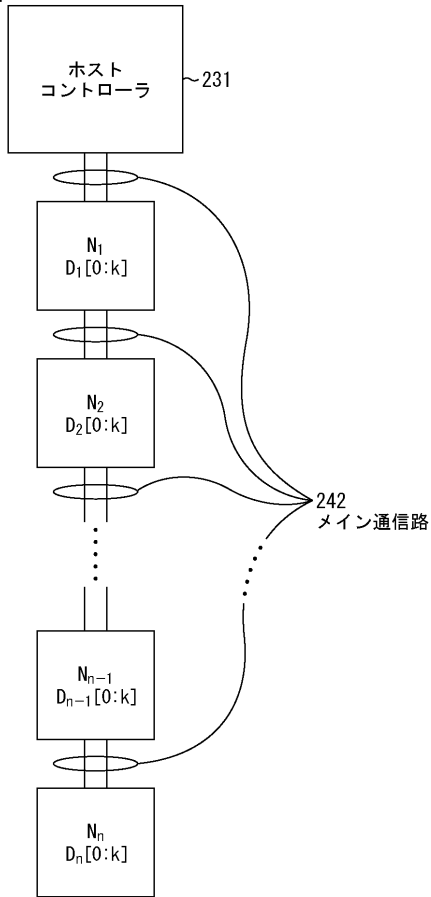
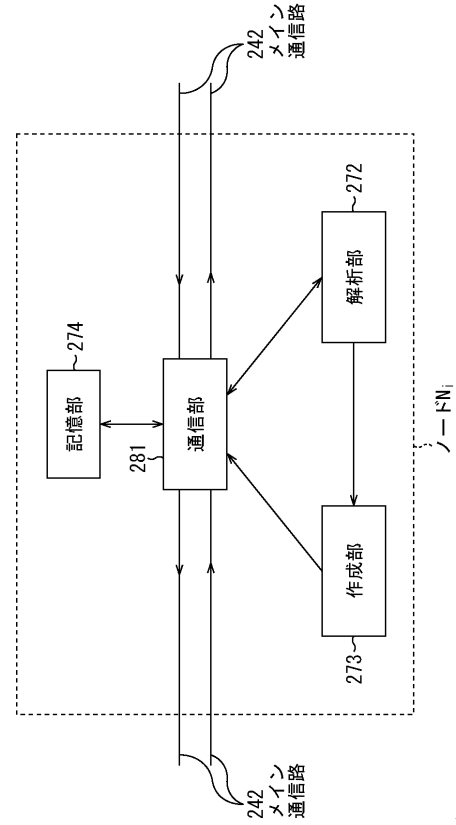
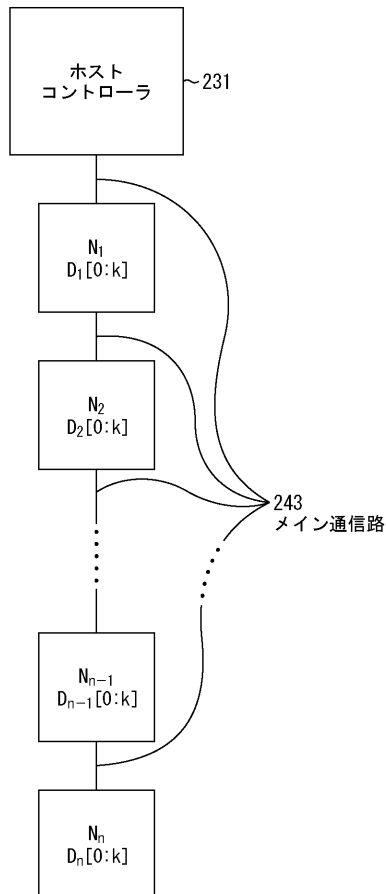
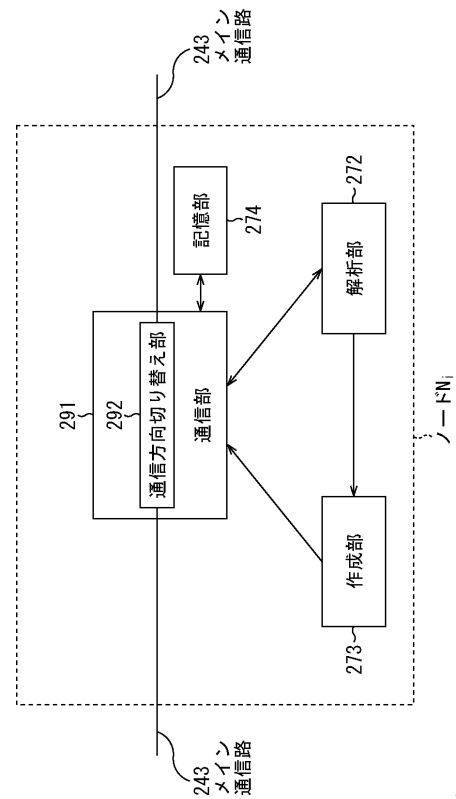
【図 9】



【図 10】



【図 1 1】  
図11【図 1 2】  
図12【図 1 3】  
図13【図 1 4】  
図14【図 1 5】  
図15

【図 16】  
図16【図 17】  
図17【図 18】  
図18【図 19】  
図19

【図 20】  
図20

