

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6384792号  
(P6384792)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int.Cl. F I  
H04B 3/54 (2006.01) H04B 3/54

請求項の数 12 (全 24 頁)

|           |                               |           |                     |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-3702 (P2015-3702)      | (73) 特許権者 | 314012076           |
| (22) 出願日  | 平成27年1月9日(2015.1.9)           |           | パナソニックIPマネジメント株式会社  |
| (65) 公開番号 | 特開2016-129321 (P2016-129321A) |           | 大阪府大阪市中央区域見2丁目1番61号 |
| (43) 公開日  | 平成28年7月14日(2016.7.14)         | (74) 代理人  | 110002527           |
| 審査請求日     | 平成29年9月21日(2017.9.21)         |           | 特許業務法人北斗特許事務所       |
|           |                               | (74) 代理人  | 100087767           |
|           |                               |           | 弁理士 西川 恵清           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100155756           |
|           |                               |           | 弁理士 坂口 武            |
|           |                               | (74) 代理人  | 100161883           |
|           |                               |           | 弁理士 北出 英敏           |
|           |                               | (74) 代理人  | 100167830           |
|           |                               |           | 弁理士 仲石 晴樹           |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネットワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、

前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副ネットワークとし、

前記主ネットワークの前記親機は、

前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、

前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情報を記憶する記憶部とを有し、

前記干渉情報は、トラフィックの占有率であって、

前記検知部は、所定期間において受信した前記漏洩信号のパケットのパケット長、及び通信信号の変調方式や多値度に基づいて、受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおけるトラフィックの占有率を算出するように構成されていることを特徴とする通信システム。

【請求項2】

同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネットワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との

10

20

間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、  
前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記  
複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副  
ネットワークとし、  
前記主ネットワークの前記親機は、  
前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、  
前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情  
報を記憶する記憶部とを有し、  
前記干渉情報は、トラフィックの占有率であって、  
前記検知部は、所定期間において、前記副ネットワークの前記親機が前記子機へ送信す  
る通信信号の送信間隔に基づいて、受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける  
トラフィックの占有率を算出するように構成されていることを特徴とする通信システム。

10

## 【請求項3】

同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネット  
 ワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との  
 間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、  
前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記  
複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副  
ネットワークとし、  
前記主ネットワークの前記親機は、  
前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、  
前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情  
報を記憶する記憶部とを有し、  
前記主ネットワークの前記親機は、前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける前記干  
渉情報が規定値以上であれば、前記主ネットワークと前記副ネットワークとの間での通信  
の干渉を回避する回避処理を実行する回避部を有し、  
前記親機は、同一のネットワークに属する前記複数台の子機へ要求信号を送信し、当該  
要求信号の応答として前記複数台の子機の各々から応答信号を受信するように構成され、  
前記回避処理は、前記副ネットワークからの前記要求信号を受信すると、前記主ネット  
ワークに属する前記複数台の子機へ前記要求信号を送信するのを一定期間禁止させる処理  
であることを特徴とする通信システム。

20

30

## 【請求項4】

同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネット  
 ワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との  
 間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、  
前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記  
複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副  
ネットワークとし、  
前記主ネットワークの前記親機は、  
前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、  
前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情  
報を記憶する記憶部とを有し、  
前記主ネットワークの前記親機は、前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける前記干  
渉情報が規定値以上であれば、前記主ネットワークと前記副ネットワークとの間での通信  
の干渉を回避する回避処理を実行する回避部を有し、  
前記親機は、同一のネットワークに属する前記複数台の子機へ要求信号を送信し、当該  
要求信号の応答として前記複数台の子機の各々から応答信号を受信するように構成され、  
前記回避処理は、前記主ネットワークの前記親機が送信する前記要求信号の送信頻度を  
低下させる処理を含むことを特徴とする通信システム。

40

## 【請求項5】

50

前記記憶部は、前記副ネットワークの前記親機からの前記漏洩信号と、前記副ネットワークの前記子機からの前記漏洩信号とを区別して、前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情報を記憶するように構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の通信システム。

【請求項 6】

前記主ネットワークの前記親機は、前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける前記干渉情報が規定値以上であれば、前記主ネットワークと前記副ネットワークとの間での通信の干渉を回避する回避処理を実行する回避部を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の通信システム。

【請求項 7】

前記回避処理は、前記主ネットワークの前記親機の受信感度を低下させる処理を含むことを特徴とする請求項 3 又は 4 又は 6 に記載の通信システム。

【請求項 8】

前記回避処理は、その実行前において前記主ネットワークの前記親機と直接通信可能な前記主ネットワークに属する子機の全部と通信可能な範囲内で前記受信感度を低下させる処理であることを特徴とする請求項 7 記載の通信システム。

【請求項 9】

前記回避処理は、その実行前において前記主ネットワークの前記親機と直接通信可能な前記主ネットワークに属する子機の一部と通信可能な範囲内で前記受信感度を低下させる処理であることを特徴とする請求項 7 記載の通信システム。

【請求項 10】

前記回避処理は、前記主ネットワークに属する前記子機の受信感度を低下させる処理を含むことを特徴とする請求項 3 又は 4、若しくは 6 乃至 9 の何れか 1 項に記載の通信システム。

【請求項 11】

前記子機は、同一のネットワークに属する前記親機からの前記要求信号を受信すると、一定期間待機した後に、当該親機に対して前記応答信号を送信するように構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の通信システム。

【請求項 12】

前記回避処理は、前記副ネットワークの前記親機が送信する前記要求信号の送信頻度を低下させる指令を含む通知信号を、前記副ネットワークの前記親機へ送信させる処理を含むことを特徴とする請求項 4 記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に通信システムに関し、より詳細には、親機と複数台の子機との間で電力線搬送通信を行う通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、この種の通信システムとして、同一の配電線に接続された 1 台の親機と複数台の子機とをネットワークごとに備え、各ネットワークにおいて親機と子機との間で配電線を伝送媒体に用いた電力線搬送通信を行うシステムが知られている。ただし、電力線搬送通信のネットワークが複数構築されると、その特性上、いずれか 1 つのネットワークの通信が 1 または複数の他のネットワークの通信に対し干渉する場合がある。

【0003】

たとえば特許文献 1 には、この種の通信システムにおいて複数のネットワーク間に生じる通信の干渉を抑制するための技術が記載されている。すなわち、特許文献 1 に記載の構成では、親機である通信装置は、他の通信装置に対し指令通信信号を送信し、送信出力レベルを調整させる。通信装置は、指令通信信号を受信した場合、通信上で隣接する他の通信装置と通信可能な最低限の通信品質で通信信号を送信するように、送信出力レベルを制

10

20

30

40

50

御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-273275号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来例では、親機は、実際に他のネットワークとの間で通信の干渉が生じるか否かに関わらず、指令通知信号を送信することで他の通信装置の送信出力レベルを調整する。このため、他のネットワークとの間で通信の干渉を生じ得ない通信装置においても、送信出力レベルを抑制する可能性がある。つまり、上記従来例では、異なるネットワーク間での通信に支障がない場合にまで、干渉を抑制するための制御がなされる可能性がある。

10

【0006】

本発明は、上記の点に鑑みてなされており、異なるネットワーク間での通信に支障がない場合にまで干渉を抑制するための制御がなされることがない通信システム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】

【0007】

20

本発明の通信システムは、同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネットワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副ネットワークとし、前記主ネットワークの前記親機は、前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情報を記憶する記憶部とを有し、前記干渉情報は、トラフィックの占有率であって、前記検知部は、所定期間において受信した前記漏洩信号のデータの長さ、及び通信信号の変調方式や多値度に基づいて、受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおけるトラフィックの占有率を算出するように構成されていることを特徴とする。

30

本発明の通信システムは、同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネットワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副ネットワークとし、前記主ネットワークの前記親機は、前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情報を記憶する記憶部とを有し、前記干渉情報は、トラフィックの占有率であって、前記検知部は、所定期間において、前記副ネットワークの前記親機が前記子機へ送信する通信信号の送信間隔に基づいて、受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおけるトラフィックの占有率を算出するように構成されていることを特徴とする。

40

本発明の通信システムは、同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネットワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副ネットワークとし、前記主ネットワークの前記親機は、前記副ネットワ

50

クからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情報を記憶する記憶部とを有し、前記主ネットワークの前記親機は、前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける前記干渉情報が規定値以上であれば、前記主ネットワークと前記副ネットワークとの間での通信の干渉を回避する回避処理を実行する回避部を有し、前記親機は、同一のネットワークに属する前記複数台の子機へ要求信号を送信し、当該要求信号の応答として前記複数台の子機の各々から応答信号を受信するように構成され、前記回避処理は、前記副ネットワークからの前記要求信号を受信すると、前記主ネットワークに属する前記複数台の子機へ前記要求信号を送信するのを一定期間禁止させる処理であることを特徴とする。

本発明の通信システムは、同一の配電線に接続された1台の親機と複数台の子機とをそれぞれ備える複数のネットワークを有し、前記複数のネットワークの各々において前記親機と前記複数台の子機との間で前記配電線を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行い、前記複数のネットワークのうち任意の1つのネットワークを主ネットワークとし、前記複数のネットワークのうち前記主ネットワーク以外の少なくとも1つのネットワークを副ネットワークとし、前記主ネットワークの前記親機は、前記副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する検知部と、前記漏洩信号が有る場合に受信した前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける干渉情報を記憶する記憶部とを有し、前記主ネットワークの前記親機は、前記漏洩信号の前記主ネットワークにおける前記干渉情報が規定値以上であれば、前記主ネットワークと前記副ネットワークとの間での通信の干渉を回避する回避処理を実行する回避部を有し、前記親機は、同一のネットワークに属する前記複数台の子機へ要求信号を送信し、当該要求信号の応答として前記複数台の子機の各々から応答信号を受信するように構成され、前記回避処理は、前記主ネットワークの前記親機が送信する前記要求信号の送信頻度を低下させる処理を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明は、異なるネットワーク間での通信に支障がない場合にまで干渉を抑制するための制御がなされることがない。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1Aは、実施形態1に係る通信システムを示す概略ブロック図で、図1Bは、実施形態1に係る通信システムにおける親機及び子機を示す概略ブロック図である。

【図2】図2A、図2Bは、それぞれ実施形態1に係る通信システムにおける信号の漏洩の説明図である。

【図3】実施形態1に係る通信システムにおける漏洩信号のトラフィックの占有の説明図である。

【図4】実施形態1に係る通信システムにおいて、第2PANの親機から第1PANに要求信号が漏洩する場合の説明図である。

【図5】実施形態1に係る通信システムにおける動作の一例を示すフローチャートである。

【図6】実施形態1に係る通信システムにおいて、通信経路を示す概略図である。

【図7】実施形態1に係る通信システムにおける動作の一例を示すフローチャートである。

【図8】図8Aは、実施形態1に係る通信システムにおいて、親機の受信感度の変更前の通信経路を示す概略図で、図8Bは、実施形態1に係る通信システムにおいて、親機の受信感度の変更後の通信経路を示す概略図である。

【図9】実施形態1に係る通信システムにおける動作の一例を示すフローチャートである。

【図10】実施形態2に係る通信システムにおける動作の一例を示す説明図である。

【図11】図11A、図11Bは、それぞれ実施形態2に係る通信システムにおけるパケットの干渉の説明図である。

10

20

30

40

50

【図 1 2】図 1 2 A は、実施形態 2 に係る通信システムにおいて、パケットが衝突する場合の説明図で、図 1 2 B は、実施形態 2 に係る通信システムにおいて、パケットの衝突を回避する場合の説明図である。

【図 1 3】実施形態 2 に係る通信システムにおける動作の一例を示すフローチャートである。

【図 1 4】図 1 4 A , 図 1 4 B は、それぞれ実施形態 2 に係る通信システムにおける動作の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

(実施形態 1)

本発明の実施形態 1 に係る通信システム 1 は、図 1 A , 図 1 B に示すように、同一の配電線 6 に接続された 1 台の親機 3 と複数台の子機 2 とをそれぞれ備える複数のネットワーク 1 1 ~ 1 3 を有している。通信システム 1 は、複数のネットワーク 1 1 ~ 1 3 の各々において親機 3 と複数台の子機 2 との間で配電線 6 を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行う。

【0013】

ここで、複数のネットワーク 1 1 ~ 1 3 のうち任意の 1 つのネットワークを主ネットワークとし、複数のネットワーク 1 1 ~ 1 3 のうち前記主ネットワーク以外の少なくとも 1 つのネットワークを副ネットワークとする。

【0014】

主ネットワークの親機 3 は、検知部 3 3 1 と、記憶部 3 3 3 とを有している。検知部 3 3 1 は、副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する。記憶部 3 3 3 は、漏洩信号が有る場合に受信した漏洩信号の主ネットワークにおける干渉情報を記憶する。

【0015】

また、本実施形態の親機 3 は、図 1 A に示すように、同一の配電線 6 に接続された複数台の子機 2 と共に主ネットワークの複数台の端末を構成する。親機 3 は、前記複数台の子機との間で配電線 6 を伝送媒体に用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信を行う。

【0016】

親機 3 は、図 1 B に示すように、検知部 3 3 1 と、記憶部 3 3 3 とを有している。検知部 3 3 1 は、主ネットワーク以外の副ネットワークからの漏洩信号の有無を検知する。記憶部 3 3 3 は、漏洩信号が有る場合に受信した漏洩信号の主ネットワークにおける干渉情報を記憶する。

【0017】

また、本実施形態の子機 2 は、本実施形態の通信システム 1 に用いられる。

【0018】

ところで、以下の各実施形態では、複数のネットワーク 1 1 ~ 1 3 の全てにおいて、同一の構成が採用される場合を例示する。つまり、主ネットワークの親機 3 に適用される構成は、副ネットワークの親機 3 においても適用される。そのため、副ネットワークの親機 3 は、主ネットワークの親機 3 と同様に、検知部 3 3 1 及び回避部 3 3 2 を有している。

【0019】

ただし、複数のネットワーク 1 1 ~ 1 3 の全てにおいて同一の構成を採用することは必須ではなく、たとえば主ネットワークの親機 3 のみが検知部 3 3 1 及び回避部 3 3 2 を有していてもよい。

【0020】

また、以下の各実施形態では、外部の供給事業者から供給される電力、ガス、水道、熱などの資源の需要家を対象として、各需要家での資源の消費量を計測した計測データを遠隔地にあるサーバで取得するための検針システムを、通信システムの例として説明する。以下では、需要家 (customer 's facility) が集合住宅の各住戸である場合について例示するが、この例に限らず、需要家はたとえば戸建て住宅、事務所、工場などであってもよい。また、以下では、資源が電力である場合を例として説明するが、電力に限らず、電力

10

20

30

40

50

以外の資源の消費量についてもサーバの取得対象とすることは可能である。その他、太陽光発電に代表される発電量などの供給量についてもサーバの取得対象とすることは可能である。

【0021】

本実施形態の通信システム1は、図1Aに示すように、複数台の子機211, 212, ... 21n、221, 222, ... 22n、... 231, 232, ... 23nと、コンセントレータである親機3とを、ネットワーク11~13ごとに備えている。また、本実施形態の通信システム1は、複数台の親機3を統括する上位装置4をさらに備えている。

【0022】

以下、子機211, 212, ... 21n、221, 222, ... 22n、... 231, 232, ... 23nの各々を区別しないときには「子機2」といい、ネットワーク11~13の各々を区別しないときには「ネットワーク10」という。さらに、ネットワークを「PAN」(Personal Area Network)ともいう。ここでいうPAN10は、1台の親機3の管理範囲として親機3ごとに設定されるネットワークであって、本実施形態では同一敷地内に複数棟存在する集合住宅において棟単位で設定されている場合を想定する。勿論、PAN10は、同一敷地内で棟単位に設定される場合に限られず、集合密度が高ければ、互いに異なる敷地に存在する複数の物件(たとえば集合住宅)において物件単位で設定される場合も想定される。

10

【0023】

以下、各PAN10の親機3を区別するときには、第1PAN11の親機3を第1親機301、第2PAN12の親機3を第2親機、第3PAN13の親機3を第3親機303とする。

20

【0024】

子機2は集合住宅の各需要家に設けられている。各子機2は、それぞれ各需要家での資源の消費量を計測する計測器5に付設されている。計測器5は、電力の供給事業者からの電力(資源)が供給される配電線61~63(以下、各々を区別しないときには「配電線6」という)に接続されており、各需要家での使用電力量(資源の消費量)を計測する電力メータである。配電線61~63の各々は、集合住宅の棟ごとに設けられた低圧幹線であって、集合住宅の敷地内に引き込まれた高圧配電線60にそれぞれ変圧器71~73(以下、各々を区別しないときには「変圧器7」という)を介して繋がっている。つまり、配電線61は変圧器71を、配電線62は変圧器72を、配電線63は変圧器73を介して同一の高圧配電線60に繋がっている。

30

【0025】

計測器5は、子機2と共にスマートメータ8を構成する。スマートメータ8は、同一の配電線6に接続されている親機3と子機2とが通信を行うことにより遠隔検針等を可能にする。スマートメータ8は、子機2と計測器5とが筐体を共用することが好ましいが、子機2と計測器5とが互いに異なる筐体を有していてもよい。

【0026】

親機3は、集合住宅の棟ごとに設けられている。親機3は、同じ棟の需要家(住戸)に設けられた複数台の子機2を管理下として、これら管理下の複数台の子機2と通信可能に構成されている。そのために、親機3は、各配電線6に1台ずつ接続されており、同一の配電線6に接続されている子機2と共に1つのPAN10に属する。

40

【0027】

つまり、配電線61に接続された子機211, 212, ... 21n及び第1親機301は第1PAN11に属し、配電線62に接続された子機221, 222, ... 22n及び第2親機302は第2PAN12に属する。同様に、配電線63に接続された子機231, 232, ... 23n及び第3親機303は第3PAN13に属する。

【0028】

検針システムとしての通信システム1は、実際には多数台の親機3を備え、これら多数台の親機3の各々の管理下にある子機2からの計測データを、上位装置4で取得できるよ

50

うに構成されている。本実施形態では、第1 P A N 1 1、第2 P A N 1 2、第3 P A N 1 3が存在する1つの集合住宅のみに着目して、親機3が3台の場合をモデルとして通信システム1の構成及び機能を説明するが、親機3を3台に限定する趣旨ではない。勿論、第1 P A N 1 1、第2 P A N 1 2、第3 P A N 1 3は、それぞれ互いに異なる物件（たとえば集合住宅）に存在していてもよい。つまり、本実施形態は、1つの物件に複数のP A N 1 0が存在する場合だけでなく、複数の物件に対して各々1つのP A N 1 0が対応して存在する場合も想定される。この場合、後述する異なるP A N 1 0間での通信の干渉は、隣接する物件との間で生じ得る。

#### 【0029】

上位装置4は、複数の需要家から計測データを収集するサーバコンピュータからなる。上位装置4は、供給事業者である電力会社や、電力会社に代わって使用電力量の管理や節電の支援などを行うサービス提供事業者によって運営されている。ここで、上位装置4は、自らの管理下にある需要家の計測データを定期的に収集する遠隔検針の機能を持つ。つまり、上位装置4は、専用回線N T 1を通して各親機3と通信を行うことにより、各親機3の管理下の子機2から計測器5の計測結果を含む計測データを取得する機能を有している。これにより、上位装置4は、複数台の親機3の管理下の全ての子機2から、各親機3を介して計測データを収集することができる。

10

#### 【0030】

また、上位装置4は、供給事業者等によって運営される上位サーバの下位装置であり地域ごとに設けられるヘッドエンド装置であってもよい。この場合、上位装置4は、地域ごとに親機3から計測データを収集し、上位サーバへ送信するように構成される。これにより、供給事業者等によって運営される上位サーバは、複数の上位装置4から計測データを収集することにより、複数地域の需要家の計測データを効率的に収集することができる。また、上位装置4はこのようなヘッドエンド装置と上位サーバとの両方を含んでいてもよい。

20

#### 【0031】

以下に、子機2及び親機3の具体的な構成について図1 Bを参照して説明する。

#### 【0032】

子機2と親機3との間の通信は、配電線6を伝送媒体に用いた通信路を用いて通信信号を伝送する電力線搬送通信（P L C : Power Line Communications）技術を用いて実現される。つまり、第1 P A N 1 1の子機2と第1親機3 0 1の間には配電線6 1を伝送媒体に用いた通信路が形成され、第2 P A N 1 2の子機2と第2親機3 0 2の間には配電線6 2を伝送媒体に用いた通信路が形成されている。同様に、第3 P A N 1 3の子機2と第3親機3 0 3の間には配電線6 3を伝送媒体に用いた通信路が形成されている。

30

#### 【0033】

子機2は、このような通信路（配電線6）を通して同一P A N 1 0の親機3との間で電力線搬送通信を行うことにより、計測データを同一P A N 1 0の親機3に送信する。ここでいう計測データは、少なくとも計測器5で所定期間内に測定された使用電力量を含んでいる。

#### 【0034】

そのため、子機2は、親機3との通信を行う（第3）通信インターフェイス（以下、インターフェイスを「I / F」と表記する）2 1と、計測器5から測定結果を取得する検針部2 2と、各部の動作を制御する（第1）制御部2 3とを有している。なお、図1 Bでは、第1 P A N 1 1の子機2 1 1のみ図示しているが、他の子機2も同様の構成である。

40

#### 【0035】

通信I / F 2 1は、上述したように計測器5の上流側の配電線6を伝送媒体に用いて、親機3との間で双方向に電力線搬送通信を行うように構成されている。

#### 【0036】

検針部2 2は、たとえば計測器5の拡張端子に有線接続される構成により、計測器5との間でデータの授受を可能とする。なお、検針部2 2は、計測器5と有線接続される構成

50

に限らず、たとえば計測器 5 と無線通信や光通信を行う構成でもよい。なお、計測器 5 は、子機 2 と一体に構成されていてもよい。

【 0 0 3 7 】

制御部 2 3 は、プログラムに従って動作するプロセッサを備えたマイコン（マイクロコンピュータ）のようなデバイスを主構成とし、所定のプログラムを実行することにより種々の機能を実現する。ここでは、制御部 2 3 は、少なくとも検針部 2 2 が取得した計測器 5 の計測結果に基づいて計測データを生成し、この計測データを通信 I / F 2 1 から親機 3 に送信する機能を有している。

【 0 0 3 8 】

さらに、子機 2 は、メモリを有し、一定時間（たとえば 1 分、5 分、10 分等）ごとの計測データを一定期間（たとえば 1 日）分、メモリに記憶するように構成されている。

【 0 0 3 9 】

親機 3 は、集合住宅の管理人室あるいは電気室などに配置されている。親機 3 は、自らの管理下となる複数の需要家（住戸）の子機 2 から計測データを取得し、取得した計測データを上位装置 4 に転送する。

【 0 0 4 0 】

そのため、親機 3 は、子機 2 との通信を行う第 1 通信 I / F 3 1 と、上位装置 4 との通信を行う第 2 通信 I / F 3 2 と、各部の動作を制御する（第 2）制御部 3 3 とを有している。なお、図 1 B では、第 1 P A N 1 1 の第 1 親機 3 0 1 のみ図示しているが、他の親機 3 0 2 , 3 0 3 も同様の構成である。

【 0 0 4 1 】

第 1 通信 I / F 3 1 は、上述したように計測器 5 の上流側の配電線 6 を伝送媒体に用いて、子機 2 との間で双方向に電力線搬送通信を行うように構成されている。第 2 通信 I / F 3 2 は、光ファイバ等を用いた専用回線 N T 1 に接続されており、この専用回線 N T 1 を介して上位装置 4 との間で双方向に通信を行うように構成されている。なお、親機 3 は、専用回線 N T 1 を介して上位装置 4 との間の通信を行う構成に限らず、インターネットのような公衆網を介して、あるいは無線通信もしくは電力線搬送通信により上位装置 4 と通信する構成であってもよい。

【 0 0 4 2 】

制御部 3 3 は、プログラムに従って動作するプロセッサを備えたマイコンのようなデバイスを主構成とし、所定のプログラムを実行することにより種々の機能を実現する。ここでは、制御部 3 3 は、少なくとも集合住宅における複数の需要家の子機 2 から第 1 通信 I / F 3 1 で計測データを取得し、取得した計測データを第 2 通信 I / F 3 2 から上位装置 4 に送信する機能を有している。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態の通信システム 1 では、複数台の子機 2 は各々が他の子機 2 を中継器としてデータを伝送するマルチホップ通信を行うように構成されている。そのため、親機 3 と直接通信できない子機 2 は、親機 3 と通信可能な距離にある他の子機 2 がパケットを中継することにより、親機 3 との間で通信可能となる。たとえば、配電線 6 1 に対して、第 1 親機 3 0 1 及び子機 2 1 1 , 2 1 2 , ... 2 1 n が上流側（変圧器 7 1 側）から第 1 親機 3 0 1、子機 2 1 1、子機 2 1 2、... 子機 2 1 n の順に接続されていると仮定する。この場合、第 1 親機 3 0 1 は、子機 2 1 1 , 2 1 2 とは直接通信し、子機 2 1 3 とは直接通信するのではなく子機 2 1 1 を中継器として通信することが考えられる。

【 0 0 4 4 】

したがって、親機 3 は子機 2 と通信を行う際、伝送距離やノイズ等の影響により、同一の P A N 1 0 に属する全ての子機 2 と直接通信できる環境になくても、同一の P A N 1 0 に属する全ての子機 2 との間で通信可能になる。具体的には、親機 3 は、同一の P A N 1 0 に属する子機 2 との間で、マルチホッププロトコルに従い通信経路（ルート）を構築するための伝送状況の情報のやりとりを行い、その情報を元に通信経路を決定している。

【 0 0 4 5 】

10

20

30

40

50

次に、上述した通信システム1において、いずれかのPAN10の親機3が、管理下となる子機2、すなわち当該親機3と同一のPAN10の子機2から計測データを取得するための構成について説明する。

【0046】

親機3は、制御部33により、定期的に管理下の子機2に検針要求(要求信号)を送信するように構成されている。ここで、親機3は、予め定められている時刻(たとえば0:00, 0:30, 1:00, ...)になると、管理下にある複数台の子機2の各々に対して要求信号を順次送信する。このとき、親機3は、要求信号を送信するタイミングが子機2ごとに異なるように、たとえばスマートメータ8に固有の識別子(メータ番号)に基づいて、あるいはランダムに、要求信号を送信するタイミングを決定する。

10

【0047】

子機2は、要求信号を受信すると、制御部23により、この要求信号への応答として計測データを含む検針応答(応答信号)を親機3へ送信するように構成されている。したがって、親機3は、その管理下にある複数台の子機2からの計測データを定期的に収集することができる。親機3は、制御部33により、このように複数台の子機2から収集した計測データを集約し、検針情報を生成する。親機3が複数台の子機2から定期的に計測データを取得する処理を、以下では「定例検針」という。

【0048】

さらに、親機3は、上記の検針情報を生成すると、制御部33により、上位装置4に対して検針情報を送信する。これにより、上位装置4では、親機3の管理下にある複数台の子機2からの計測データを定期的に取得することができる。なお、親機3は、子機2からの計測データを受信する度に、制御部33により、上位装置4に計測データを送信してもよい。

20

【0049】

なお、定例検針時に親機3が子機2から計測データを取得する周期は、本実施形態では30分と仮定するが、この例に限らず、たとえば10分、15分、45分など適宜設定可能である。また、定例検針時に親機3が収集した計測データ(検針情報)を上位装置4に送信する周期についても、本実施形態では30分と仮定するが、この例に限らず、たとえば12時間、1日など適宜設定可能である。

【0050】

30

ところで、上述した構成の通信システム1は、親機3と子機2との間の通信に電力線搬送通信を用い、且つ親機3ごとに個別の配電線61~63を用いることにより、親機3ごとに個別のPAN11~13を構築している。但し、配電線61~63は電氣的に完全に分離されているわけではなく、それぞれ減衰要素である変圧器71~73を介して同一の高圧配電線60に接続されている。このため、各配電線6を流れる通信信号は、変圧器7である程度減衰されるが、他の配電線6に漏洩し、異なるPAN10間で通信の干渉を生じることがある。異なるPAN10間で通信の干渉が生じると、通信信号の衝突が発生することにより、パケットの消失(パケットロス)が増加する虞がある。とくに、本実施形態の通信システム1のように、複数の配電線6が同一敷地内に敷設されている場合、複数の配電線6が比較的近い距離にあるため、異なるPAN10間で通信信号の漏洩が生じやすくなる。

40

【0051】

通信信号の漏洩の一例について図2A, 図2Bを用いて説明する。なお、以下の説明では、図面において、異なるPAN10から漏洩する通信信号を破線で示す。ここでは、第2PAN12の第2親機302は、制御部33により、その管理下の子機2へ要求信号を送信していると仮定する。また、第2PAN12の子機221は、この要求信号の受信に応じて、制御部23により、第2親機302へ応答信号を送信していると仮定する。これら要求信号及び応答信号は、第2PAN12の変圧器72、高圧配電線60、第1PAN11の変圧器71を介して、第1PAN11に(ここでは、第1親機301に)漏洩する可能性がある。

50

## 【 0 0 5 2 】

そこで、本実施形態の通信システム 1 では、異なる P A N 1 0 間での通信の干渉が生じ得る状態にあることを検知するための機能を、親機 3 が有している。

## 【 0 0 5 3 】

以下では、何れか 1 つの P A N 1 0 に着目して、複数の P A N 1 1 ~ 1 3 のうち、着目する任意の 1 つの P A N 1 を主 P A N (主ネットワーク) とし、主 P A N 以外の少なくとも 1 つの P A N 1 を副 P A N (副ネットワーク) として説明する。つまり、1 台の親機 3 に着目した場合、主 P A N は、複数の P A N 1 1 ~ 1 3 のうち当該着目した親機 3 が属する P A N である。たとえば第 1 P A N 1 1 に着目すれば、第 1 P A N 1 1 が主 P A N になり、第 2 P A N 1 2 及び第 3 P A N 1 3 のうち少なくとも 1 つが副 P A N になる。以下の説明では、とくに断りの無い限り、第 1 P A N 1 1 を主 P A N、第 2 P A N 1 2 を副 P A N とする。

10

## 【 0 0 5 4 】

< 漏洩信号の検知 >

本実施形態の通信システム 1 では、主 P A N の親機 3 は、図 1 B に示すように、検知部 3 3 1 の機能と、記憶部 3 3 3 とを制御部 3 3 に有している。検知部 3 3 1 は、副 P A N から漏洩した通信信号 (以下、「漏洩信号」という) の有無を検知する。また、記憶部 3 3 3 は、漏洩信号が有る場合に受信した漏洩信号の主 P A N における干渉情報 (ここでは、トラフィックの占有率) のデータを記憶する。以下の説明では、とくに断りのない限り、「漏洩信号の主 P A N におけるトラフィックの占有率」を「漏洩信号のトラフィックの占有率」という。記憶部 3 3 3 は、たとえばフラッシュメモリ等のマイコンに内蔵されるメモリである。勿論、記憶部 3 3 3 は、マイコンに内蔵されていなくてもよく、マイコンの外部の記憶装置であってもよい。

20

## 【 0 0 5 5 】

ここで、干渉情報とは、漏洩信号による主 P A N と副 P A N との間における通信の干渉の度合いを示す値である。干渉情報には、たとえば主 P A N 及び副 P A N の親機 3 の台数や、子機 2 の台数 (またはハロー (Hello) パケット数)、干渉量などが含まれる。以下では、トラフィックの占有率を干渉情報として説明する。

## 【 0 0 5 6 】

検知部 3 3 1 は、副 P A N の親機 3 (または、その管理下の子機 2) からの漏洩信号を第 1 通信 I / F 3 1 が受信したか否かにより、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知する。ここで、検知部 3 3 1 は、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知するにあたり、その漏洩信号の受信強度 (R S S I : Received Signal Strength Indication) の大きさを問わない。つまり、検知部 3 3 1 は、第 1 通信 I / F 3 1 が漏洩信号を受信さえすれば、副 P A N からの漏洩信号が有ると検知する。

30

## 【 0 0 5 7 】

また、本実施形態の通信システム 1 では、検知部 3 3 1 は、副 P A N からの漏洩信号が有ると検知した場合、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する。たとえば、検知部 3 3 1 は、所定期間において受信した副 P A N からの漏洩信号のパケットの個数に基づいて、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出するように構成されていてもよい。この場合、パケットの個数が多ければ占有率が大きくなり、パケットの個数が少なければ占有率が小さくなる。ここで、所定期間は、たとえば定例検針の周期に合わせて 3 0 分と仮定するが、この例に限らず、たとえば 1 0 分、1 5 分、4 5 分など適宜設定可能である。なお、検知部 3 3 1 が漏洩信号のトラフィックの占有率を算出するか否かは任意である。

40

## 【 0 0 5 8 】

また、検知部 3 3 1 は、所定期間において受信した漏洩信号のパケットのパケット長、及び通信信号の変調方式や多値度に基づいて、受信した漏洩信号の主 P A N におけるトラフィックの占有率を算出するように構成されていてもよい。なお、多値度とは、1 回の変調 (1 シンボル) で伝送されるビット数を表している。ここで、変調方式には、通信方式

50

が電力線搬送通信の場合、たとえばSS (Spread Spectrum: スペクトル拡散) 方式や、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) 方式などがある。たとえば検知部331は、所定期間において受信した漏洩信号のパケットの長さ、変調方式とに基づいて、所定期間に占める漏洩信号の受信時間を算出する。そして、検知部331は、この受信時間に基づいて、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する。また、検知部331は、所定期間において受信した漏洩信号の長さ、変調方式及び多値度とに基づいて、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出してもよい。

【0059】

たとえば図3に示すように、第1PAN11の第1親機301の第1通信I/F31が、所定期間において、第1PAN11における通信信号(第1PAN11の子機2からの応答信号)や、第2PAN12からの漏洩信号を受信したと仮定する。この場合、第1親機301の検知部331は、所定期間に占める第2PAN12からの漏洩信号の受信時間に基づいて、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する。この場合、受信時間が長ければ占有率が大きくなり、受信時間が短ければ占有率が小さくなる。

10

【0060】

その他、検知部331は、所定期間において、副PANの親機3が子機2へ送信する通信信号(要求信号)の送信間隔に基づいて、受信した漏洩信号の主PANにおけるトラフィックの占有率を算出するように構成されていてもよい。なお、副PANの親機3が子機2へ送信する通信信号の送信間隔は、いわゆるポーリング間隔である。たとえば図4に示すように、第2PAN12の第2親機302が送信する要求信号が、第1PAN11に漏洩していると仮定する。そして、第1PAN11の第1親機301の第1通信I/F31が、この要求信号を受信していると仮定する。ここで、第2親機302が子機221へ送信する要求信号と、第2親機302が子機222へ送信する要求信号との間隔を「T1」とする。また、第2親機302が子機222へ送信する要求信号と、第2親機302が子機223へ送信する要求信号との間隔を「T2」とする。以下、同様にして、第2親機302が子機22(n-1)へ送信する要求信号と、第2親機302が子機22nへ送信する要求信号との間隔を「T(n-1)」とする。

20

【0061】

第1親機301の第1通信I/F31は、所定期間において、第2親機302が送信する要求信号を、漏洩信号として間隔T1, T2, ..., T(n-1)ごとに受信する。そして、第1親機301の検知部331は、これら間隔T1~T(n-1)の平均値(つまり、第2親機302のポーリング間隔の平均値)に基づいて、漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する。この場合、平均値が小さければ、漏洩信号のトラフィックの占有率が大きくなり、平均値が大きくなれば、漏洩信号のトラフィックの占有率が小さくなる。

30

【0062】

そして、制御部33は、検知部331において算出した漏洩信号のトラフィックの占有率を記憶部333に記憶させる。ここで、制御部33は、漏洩信号に含まれるネットワークアドレスを参照することで、漏洩信号がどの副PANから漏れた信号であるかを検知することが可能である。したがって、制御部33は、漏洩信号に含まれるネットワークアドレスに基づいて、漏洩信号のトラフィックの占有率を副PANごとに記憶部333に記憶させる。

40

【0063】

ここで、漏洩信号に固有の識別子(メータ番号等)が含まれる場合は、制御部33は、副PANのみならず、当該副PANの何れの端末(親機3又は子機2)が漏洩信号の発生元であるかも検知することが可能である。この場合、制御部33は、漏洩信号に含まれる固有の識別子に基づいて、漏洩信号のトラフィックの占有率を副PANの端末ごとに記憶部333に記憶させてもよい。

【0064】

上述のように、本実施形態の通信システム1では、主PANの親機3は、検知部331

50

と、記憶部 333 とを有している。検知部 331 は、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知する。記憶部 333 は、漏洩信号が有る場合に受信した漏洩信号の主 P A N におけるトラフィックの占有率を記憶する。つまり、主 P A N の親機 3 は、副 P A N からの漏洩信号の有無、及び受信した漏洩信号のトラフィックの占有率により、異なる P A N 10 間での通信に支障があるか否かを検知することができる。たとえば、漏洩信号のトラフィックの占有率が小さければ、異なる P A N 10 間での通信に支障がないと考えられるため、主 P A N の親機 3 は、通信の干渉を回避する処理が不要と判断することが可能である。したがって、本実施形態の通信システム 1 では、異なる P A N 10 (ネットワーク) 間での通信に支障がない場合にまで干渉を抑制するための制御がなされることがない。

【0065】

10

ところで、副 P A N からの漏洩信号には、副 P A N の親機 3 が送信する要求信号だけではなく、副 P A N の子機 2 が送信する応答信号も考えられる。そこで、記憶部 333 は、副 P A N の親機 3 からの漏洩信号と、副 P A N の子機 2 からの漏洩信号とを区別して、漏洩信号の主 P A N における干渉情報(ここでは、トラフィックの占有率)を記憶するように構成されていてもよい。ここで、記憶部 333 は、以下の表 1 に示すように、副 P A N ごとの漏洩信号のトラフィックの占有率のみならず、所定期間において受信した漏洩信号の受信強度の最大値も記憶してもよい。なお、以下の表 1 では、「受信した漏洩信号の受信強度の最大値」を「受信強度」、「漏洩信号のトラフィックの占有率」を「トラフィック占有率」とそれぞれ略して記載している。この構成では、主 P A N の親機 3 は、異なる P A N 10 間での通信に支障があるか否かを、より細かに検知することができる。

20

【0066】

【表 1】

|           | 親機   |           | 子機   |           |
|-----------|------|-----------|------|-----------|
|           | 受信強度 | トラフィック占有率 | 受信強度 | トラフィック占有率 |
| 第 2 P A N | 5    | 23%       | 3    | 15%       |
| 第 3 P A N | 6    | 37%       | 4    | 29%       |

< 信号の干渉の回避 >

30

本実施形態の通信システム 1 では、主 P A N の親機 3 は、図 1 B に示すように、検知部 331 の機能の他に、回避部 332 の機能を制御部 333 に有している。なお、回避部 332 を備えるか否かは任意である。

【0067】

回避部 332 は、干渉情報(ここでは、トラフィックの占有率)が規定値以上であれば、主 P A N と副 P A N との間での通信の干渉を回避する回避処理を実行するように構成されている。言い換えれば、本実施形態の通信システム 1 では、主 P A N の親機 3 は、漏洩信号の主 P A N における干渉情報が規定値以上であれば、主 P A N と副 P A N との間での通信の干渉を回避する回避処理を実行する回避部 332 を有している。勿論、干渉情報を漏洩信号のトラフィックの占有率に限定する趣旨ではない。したがって、干渉情報は、たとえば受信した漏洩信号の受信強度を加味した値であってもよいし、その他の値であってもよい。また、規定値は、本実施形態の通信システム 1 の実施状況に応じて適宜設定されていてもよい。

40

【0068】

本実施形態の通信システム 1 では、回避部 332 は、回避処理として、主 P A N の親機 3 における通信信号の受信感度を低下させる処理を実行する。具体的には、回避部 332 は、第 1 通信 I / F 31 に含まれる受信用の自動利得制御 (A G C : Automatic Gain Control) 回路の利得の上限値を低下させることにより、親機 3 の受信感度を低下させる。つまり、回避処理は、主 P A N の親機 3 の受信感度を低下させる処理を含む。

【0069】

50

以下、本実施形態の通信システム 1 における主 P A N の親機 3 の動作の一例について図 5 を用いて説明する。まず、検知部 3 3 1 は、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知し、漏洩信号が有る場合は、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する ( S 1 1 ) 。そして、回避部 3 3 2 は、算出した漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であるか否かを判断する ( S 1 2 ) 。漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であれば、回避部 3 3 2 は、親機 3 の受信感度を低下させる回避処理を実行する ( S 1 3 ) 。一方、 ' S 1 2 ' の処理において、漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値未満であれば、回避部 3 3 2 は、回避処理を実行しない ( S 1 4 ) 。主 P A N の親機 3 は、上記の動作を所定期間ごとに実行する。ここで、所定期間は、 < 漏洩信号の検知 > で既に述べたように、定例検針の周期に合わせて 3 0 分と仮定するが、適宜設定されていてもよい。なお、主 P A N の親機 3 は、パケットを受信する毎に上記の ' S 1 1 ' ~ ' S 1 4 ' の動作を実行してもよい。

10

**【 0 0 7 0 】**

上述のように、本実施形態の通信システム 1 では、回避部 3 3 2 が親機 3 の受信感度を低下させる回避処理を実行することで、主 P A N と副 P A N との間での通信の干渉を回避することができる。すなわち、主 P A N の親機 3 の受信感度が低下すれば、副 P A N からの通信信号 ( 漏洩信号 ) の漏洩があっても、この漏洩信号を通信信号として認識しなくなり、通信の干渉を生じない。つまり、主 P A N の親機 3 は、副 P A N からの通信信号をパケットとして認識しない程度まで受信感度が低下していれば、副 P A N からの漏洩信号を受信しても同期処理を開始することはなく、通信の干渉を回避できる。

20

**【 0 0 7 1 】**

## &lt; 第 1 調整例 &gt;

ここで、回避部 3 3 2 が、回避処理において、主 P A N の親機 3 の受信感度をどの程度低下させるかの第 1 調整例について説明する。本実施形態の通信システム 1 では、既に述べたように、複数台の子機 2 は、マルチホップ通信を行うように構成されている。たとえば、図 6 に示すように、主 P A N が、親機 3 と、第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 と、第 2 子機 2 B 1 ~ 2 B 6 とを備えていると仮定する。第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 は、親機 3 と直接通信可能な子機である。第 2 子機 2 B 1 ~ 2 B 6 は、何れかの第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 を中継器として親機 3 と通信可能な子機である。

**【 0 0 7 2 】**

30

図 6 に示す例では、第 2 子機 2 B 1 , 2 B 2 は、第 1 子機 2 A 1 を中継器として親機 3 と通信可能である。第 2 子機 2 B 3 , 2 B 4 は、第 1 子機 2 A 2 を中継器として親機 3 と通信可能である。第 2 子機 2 B 5 は、第 1 子機 2 A 3 を中継器として親機 3 と通信可能である。また、第 2 子機 2 B 6 は、第 1 子機 2 A 3 及び第 2 子機 2 B 5 を中継器として親機 3 と通信可能である。この場合、親機 3 は、第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 との間で通信可能な受信感度を有していれば、第 2 子機 2 B 1 ~ 2 B 6 とともに通信可能であると考えられる。つまり、回避処理は、その実行前において主 P A N の親機 3 と直接通信可能な主 P A N に属する子機 ( 第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 ) の全部と通信可能な範囲内で受信感度を低下させる処理であるのが好ましい。なお、複数台の子機 2 は、必ずしもマルチホップ通信を行うように構成されていなくてもよい。

40

**【 0 0 7 3 】**

以下、上記の点を踏まえた本実施形態の通信システム 1 の動作の一例について図 7 を用いて説明する。まず、検知部 3 3 1 は、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知し、漏洩信号が有る場合は、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する ( S 2 1 ) 。そして、回避部 3 3 2 は、算出した漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であるか否かを判断する ( S 2 2 ) 。漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であれば、回避部 3 3 2 は、第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 からの通信信号の受信強度の最低レベルを確認する ( S 2 3 ) 。そして、回避部 3 3 2 は、この受信強度の最低レベルの通信信号を受信可能な親機 3 の受信感度を推定する ( S 2 4 ) 。

**【 0 0 7 4 】**

50

次に、回避部 332 は、上記の推定した親機 3 の受信感度により、主 P A N と副 P A N との間での通信の干渉を回避できるか否かを判断する ( S 2 5 )。具体的には、回避部 332 は、たとえば推定した親機 3 の受信感度と、副 P A N からの漏洩信号の受信強度とを比較する。通信の干渉が生じないと回避部 332 が判断した場合、回避部 332 は、推定した受信感度を、親機 3 の恒久的な受信感度として調整する ( S 2 6 )。一方、 ' S 2 2 ' の処理において、漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値未満であれば、回避部 332 は、回避処理を実行しない ( S 2 7 )。主 P A N の親機 3 は、上記の動作を所定期間ごとに実行する。

【 0 0 7 5 】

なお、上記の ' S 2 4 ' ~ ' S 2 6 ' の動作は、以下に示す動作であってもよい。すなわち、 ' S 2 4 ' において、回避部 332 は、第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 からの通信信号のうち、受信強度の最低レベルの通信信号を受信できる程度まで、親機 3 の受信感度を一時的に変更させる。

10

【 0 0 7 6 】

次に、 ' S 2 5 ' において、検知部 331 は、一時的に受信感度を変更することにより、主 P A N と副 P A N との間での通信の干渉を回避できるか否かを検知する。具体的には、検知部 331 は、たとえば一定期間、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知する。そして、検知部 331 は、この一定期間において、漏洩信号が有れば通信の干渉が生じていると判断し、漏洩信号が無ければ通信の干渉が生じていないと判断する。

【 0 0 7 7 】

20

そして、 ' S 2 6 ' において、通信の干渉が生じていないと検知部 331 が判断した場合、回避部 332 は、一時的に変更した受信感度を、親機 3 の恒久的な受信感度として調整する。

【 0 0 7 8 】

< 第 2 調整例 >

上述の第 1 調整例のように、主 P A N の親機 3 の受信感度を低下させたとしても、漏洩信号の信号レベルが大きい場合には漏洩信号を受信してしまい、主 P A N と副 P A N との間での通信の干渉を回避しきれない虞がある。そこで、主 P A N の親機 3 の受信感度をさらに低下させることが考えられる。以下、回避部 332 が、回避処理において、主 P A N の親機 3 の受信感度をどの程度低下させるかの第 2 調整例について説明する。なお、以下の説明では、主 P A N は、第 1 調整例と同様に、親機 3 と、第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 と、第 2 子機 2 B 1 ~ 2 B 6 とを備えていると仮定する。

30

【 0 0 7 9 】

回避部 332 が第 1 調整例よりも親機 3 の受信感度を低下させた場合、第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 の中に、親機 3 と直接通信ができなくなる子機が現れることがある。図 8 A に示す例では、親機 3 の受信感度を低下させることにより、第 1 子機 2 A 3 が親機 3 と直接通信できなくなっている。この場合、親機 3 は、第 1 子機 2 A 3 と、第 1 子機 2 A 3 を中継器とする第 2 子機 2 B 5 , 2 B 6 との間で通信ができなくなる。

【 0 0 8 0 】

このような場合、親機 3 は、制御部 33 により通信経路の再構築を試みることで、同一の P A N (ここでは、第 1 P A N 1 1 ) に属する全ての子機 2 との間の通信を回復することが可能である。たとえば図 8 B に示すように、通信経路の再構築により、第 1 子機 2 A 3 が、第 1 子機 2 A 1 を中継器として親機 3 と通信可能な第 3 子機 2 C 1 となる場合がある。この場合、第 2 子機 2 B 5 , 2 B 6 は、第 1 子機 2 A 1 及び第 3 子機 2 C 1 を中継器として親機 3 と通信可能である。したがって、親機 3 は、通信経路の再構築により、全ての子機 2 との間の通信が可能となる。つまり、複数台の子機 2 は、各々が同一の配電線 6 に接続された他の子機 2 を中継器としてデータを伝送するマルチホップ通信を行うように構成されている。そして、回避処理は、その実行前において主 P A N の親機 3 と直接通信可能な主 P A N に属する子機 (第 1 子機 2 A 1 ~ 2 A 3 ) の一部と通信可能な範囲内で最低レベルまで受信感度を低下させる処理であるのが好ましい。また、この回避処理におい

40

50

て、主 P A N に属する子機 2 のうち主 P A N の親機 3 と直接通信可能な子機 2 以外の子機 2 は、主 P A N の親機 3 と直接通信可能な子機 2 を中継器として主 P A N の親機 3 と通信可能な通信経路を再構築するのが好ましい。

【 0 0 8 1 】

ここでは、図 8 A , 図 8 B に示す複数（ここでは 3 本）の配電線 6 のうち、1 本の配電線 6 に接続された複数台の子機 2 に着目して回避処理を説明しているが、他の配電線 6 においても同様の回避処理が実行される。

【 0 0 8 2 】

以下、上記の点を踏まえた本実施形態の通信システム 1 の動作の一例について図 9 を用いて説明する。まず、検知部 3 3 1 は、副 P A N からの漏洩信号の有無を検知し、漏洩信号が有る場合は、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する（S 3 1）。そして、回避部 3 3 2 は、算出した漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であるか否かを判断する（S 3 2）。漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であれば、回避部 3 3 2 は、副 P A N からの漏洩信号の受信強度の最大レベルを確認する（S 3 3）。そして、回避部 3 3 2 は、最も信号レベルの大きい漏洩信号を受信できない親機 3 の受信感度を推定する（S 3 4）。

【 0 0 8 3 】

次に、制御部 3 3 は、同一の P A N（ここでは、第 1 P A N 1 1）に属する全ての子機 2 との間で通信できるか否かを判断する（S 3 5）。具体的には、制御部 3 3 は、現在の通信経路で全ての子機 2 と通信できるか否かを推定する。そして、現在の通信経路で通信できない子機 2 が存在する場合は、制御部 3 3 は、通信経路の再構築を試みて、再度、全ての子機 2 と通信できるか否かを推定する。そして、通信経路の再構築によっても通信できない子機 2 が存在する場合は、回避部 3 3 2 は、推定した親機 3 の受信感度を一定量、上昇させる（S 3 6）。その後、制御部 3 3 は、‘ S 3 5 ’ の処理を再度実行する。

【 0 0 8 4 】

‘ S 3 5 ’ の処理において、全ての子機 2 との間で通信できると判断されると、制御部 3 3 は、推定した親機 3 の受信感度が推定前の親機 3 の受信感度と同じであるか否かを判断する（S 3 6）。親機 3 の受信感度が同じでなければ、回避部 3 3 2 は、推定した受信感度を、親機 3 の恒久的な受信感度として調整する（S 3 8）。一方、親機 3 の受信感度が同じであれば、受信感度を調整する処理を実行しない（S 3 9）。また、‘ S 3 2 ’ の処理において、漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値未満であれば、回避部 3 3 2 は、回避処理を実行しない（S 3 9）。主 P A N の親機 3 は、上記の動作を所定期間ごとに実行する。

【 0 0 8 5 】

なお、上記の ‘ S 3 4 ’ ~ ‘ S 3 8 ’ の動作は、以下に示す動作であってもよい。すなわち、‘ S 3 4 ’ において、回避部 3 3 2 は、副 P A N からの漏洩信号の受信強度の最大レベルに基づいて親機 3 の受信感度を一時的に変更させる。

【 0 0 8 6 】

次に、‘ S 3 5 ’ において、制御部 3 3 は、同一の P A N（ここでは、第 1 P A N 1 1）に属する全ての子機 2 との間で通信できるか否かを判断する。具体的には、制御部 3 3 は、現在の通信経路で全ての子機 2 と通信できるか否かを試行する。そして、現在の通信経路で通信できない子機 2 が存在する場合は、制御部 3 3 は、通信経路の再構築を試みて、再度、全ての子機 2 と通信できるか否かを試行する。

【 0 0 8 7 】

そして、‘ S 3 6 ’ において、通信経路の再構築によっても通信できない子機 2 が存在する場合は、回避部 3 3 2 は、親機 3 の受信感度を一定量、上昇させる。

【 0 0 8 8 】

‘ S 3 7 ’ において、制御部 3 3 は、変更した親機 3 の受信感度が変更前の親機 3 の受信感度と同じであるか否かを判断する。そして、‘ S 3 8 ’ において、親機 3 の受信感度が同じでなければ、回避部 3 3 2 は、一時的に変更した受信感度を、親機 3 の恒久的な受

10

20

30

40

50

信感度として調整する。

【0089】

ところで、本実施形態の通信システム1では、回避部332は、回避処理において親機3の受信感度を低下させているが、子機2の受信感度を同様に低下させてもよい。つまり、回避処理は、主PANに属する子機2の受信感度を低下させる処理を含むのが好ましい。たとえば、回避部332は、回避処理の実行後、親機3の受信感度を含む感度信号を、第1通信I/F31から主PANに属する子機2へ送信させる処理を実行する。そして、子機2の制御部23は、通信I/F21が感度信号を受信すると、子機2の受信感度を当該信号に含まれる受信感度に調整する。この構成では、親機3だけではなく、その管理下にある子機2も主PANと副PANとの間での通信の干渉を回避することができる。なお、主PANに属する子機2の受信感度は、必ずしも主PANの親機3の受信感度と同程度まで下げなくてもよい。

10

【0090】

(実施形態2)

以下、本発明の実施形態2に係る通信システム1について図面を用いて説明する。なお、本実施形態の通信システム1において、実施形態1の通信システム1と共通する構成要素については適宜説明を省略する。

【0091】

本実施形態の通信システム1では、主PANの親機3の回避部332は、親機3の受信感度を低下させる処理の代わりに、要求信号を送信する間隔(すなわち、ポーリング間隔)を調整する処理を、回避処理として実行する。

20

【0092】

具体的には、回避部332は、第1通信I/F31が副PANからの要求信号を受信すると、回避処理として、管理下の子機2へ要求信号を送信するのを一定期間禁止させる処理を実行する。つまり、親機3は、同一のPANに属する複数台の子機2へ要求信号を送信し、当該要求信号の応答として複数台の子機2の各々から応答信号を受信するように構成されている。そして、回避処理は、副PANからの要求信号を受信すると、主PANに属する複数台の子機2へ要求信号を送信するのを一定期間禁止させる処理であるのが好ましい。

【0093】

たとえば、図10に示すように、主PAN(第1PAN11)と副PAN(第2PAN12)との間で通信信号が互いに漏洩していると仮定する。ここで、副PANにおいて、第2親機302からの要求信号を受信した子機2(ここでは、子機221)は、応答信号を第2親機302に送信する。したがって、この応答信号は、主PANの第1親機301が送信する要求信号が副PANに漏洩すれば、当該要求信号と干渉し、消失する虞がある。また、主PANにおいても、第1親機301からの要求信号を受信した子機2(ここでは、子機211)は、応答信号を第1親機301に送信する。したがって、この応答信号は、副PANの第2親機302が送信する要求信号が主PANに漏洩すれば、当該要求信号と干渉し、消失する虞がある。

30

【0094】

そこで、主PANの第1親機301の回避部332は、副PANの第2親機302からの要求信号を漏洩信号として受信すると、一定期間、要求信号の送信を禁止させる処理を実行する。これにより、主PANの第1親機301が送信する要求信号が副PANに漏洩する場合に、当該要求信号と、副PANの子機2が送信する応答信号とが干渉するのを回避することができる。同様に、副PANの第2親機302の回避部332は、主PANの第1親機301からの要求信号を漏洩信号として受信すると、一定期間、要求信号の送信を禁止させる処理を実行する。これにより、副PANの第2親機302が送信する要求信号が主PANに漏洩する場合に、当該要求信号と、主PANの子機2が送信する応答信号とが干渉するのを回避することができる。

40

【0095】

50

ところで、OSI参照モデルにおいて、物理層で受信されたパケットは、データリンク層であるMAC(Media Access Control)層を経て、上位層へと伝えられる。たとえば、図11Aに示すように、時刻 $t_1$ において物理層にてパケットの受信を開始したと仮定すると、上位層にてパケットの受信を検知できるのは、時刻 $t_1$ から一定時間が経過した時刻 $t_2$ である。

**【0096】**

このため、たとえば図11Bに示すように、時刻 $t_3$ において物理層にてパケットの受信を開始していたとしても、上位層では、時刻 $t_5$ になるまで当該パケットの受信を検知することができない。したがって、上位層は、時刻 $t_4$ においてパケットを受信していないと判断し、パケットを送信してしまう場合がある。この場合、受信したパケットと、送信したパケットとがコリジョン(collision)する(すなわち、干渉する)。

10

**【0097】**

ここで、たとえば図12Aに示すように、主PAN(ここでは、第1PAN11)の子機211が、主PANの親機3からの要求信号を受信したと仮定する。また、副PANから主PANへと通信信号が漏洩していると仮定する。この場合、子機211は、物理層にて副PANからの漏洩信号を受信していたとしても、当該パケットの受信を検知できずに応答信号を送信する可能性がある。すると、応答信号と、副PANからの漏洩信号とが干渉する虞がある。

**【0098】**

そこで、子機2は、同一のPANに属する親機3からの要求信号を受信すると、一定期間 $WT_1$ 待機した後に、当該親機3に対して応答信号を送信するように構成されていることが好ましい。この構成では、たとえば図12Bに示すように、子機211が一定期間 $WT_1$ の間に副PANからの漏洩信号を受信する可能性が高くなる。したがって、子機211は、副PANからの漏洩信号と干渉しないように応答信号を親機3へ送信することができるので、主PANと副PANとの間での通信の干渉が生じ難くなる。

20

**【0099】**

その他、主PANの親機3の回避部332は、回避処理として、主PANの親機3が送信する要求信号の送信頻度を低下させる処理を実行してもよい。つまり、親機3は、同一のPANに属する複数台の子機2へ要求信号を送信し、当該要求信号の応答として複数台の子機2の各々から応答信号を受信するように構成されている。そして、回避処理は、主PANの親機3が送信する要求信号の送信頻度を低下させる処理を含んでいてもよい。ここで、送信頻度とは、所定期間において主PANの親機3が要求信号を送信する回数である。具体的には、回避部332は、主PANの親機3が要求信号を送信する間隔(ポーリング間隔)を長くすることで、要求信号の送信頻度を低下させる。これにより、主PANの親機3が送信する要求信号と、副PANからの漏洩信号とが干渉する可能性を低くすることができる。

30

**【0100】**

以下、上記の点を踏まえた本実施形態の通信システム1の動作の一例について図13を用いて説明する。まず、検知部331は、副PANからの漏洩信号の有無を検知し、漏洩信号が有る場合は、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する(S41)。そして、回避部332は、算出した漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であるか否かを判断する(S42)。

40

**【0101】**

漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であれば、回避部332は、主PANの親機3が要求信号を送信する間隔(ポーリング間隔)を調整する(S43)。具体的には、回避部332は、回避処理の実行前のポーリング間隔と、 $M+1$ との積で表される値になるようにポーリング間隔を調整する。なお、 $M$ は、通信の干渉が生じ得ると判断された副PANの数を表す自然数である。たとえば、通信の干渉が生じ得ると判断された副PANの数が1つであれば、回避部332は、回避処理の実行前のポーリング間隔の2倍となるようにポーリング間隔を調整する。一方、 $S42$ の処理において、漏洩信

50

号のトラフィックの占有率が規定値未満であれば、回避部 332 は、回避処理を実行しない (S44)。主 PAN の親機 3 は、上記の動作を所定期間ごとに実行する。

【0102】

また、回避処理は、通知信号を副 PAN の親機 3 へ送信させる処理を含んでいてもよい。通知信号は、副 PAN の親機 3 が送信する要求信号の送信頻度を低下させる指令を含む。以下、この点を踏まえた本実施形態の通信システム 1 の動作の一例について図 14A、図 14B を用いて説明する。まず、検知部 331 は、副 PAN からの漏洩信号の有無を検知し、漏洩信号が有る場合は、受信した漏洩信号のトラフィックの占有率を算出する (S51)。そして、回避部 332 は、算出した漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であるか否かを判断する (S52)。

10

【0103】

漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値以上であれば、回避部 332 は、第 1 通信 I/F 31 から、通信の干渉が生じ得ると判断された副 PAN へ通知信号を送信させる (S53)。一方、'S52' の処理において、漏洩信号のトラフィックの占有率が規定値未満であれば、回避部 332 は、回避処理を実行しない (S54)。

【0104】

副 PAN の親機 3 の第 1 通信 I/F 31 は、通知信号を受信する (S55)。そして、副 PAN の親機 3 の回避部 332 は、当該通知信号に含まれる指令に基づいて、副 PAN の親機 3 が要求信号を送信する間隔 (ポーリング間隔) を調整する (S56)。ここで、ポーリング間隔を調整する処理は、'S43' での処理と同様である。主 PAN の親機 3 は、上記の動作を所定期間ごとに実行する。なお、主 PAN の親機 3 の回避部 332 は、'S53' の処理において、主 PAN の親機 3 のポーリング間隔を調整する処理を併せて実行してもよい。

20

【0105】

ところで、上記の各実施形態の通信システム 1 では、たとえば停電などにより一時的にシステムがシャットダウンする場合がある。この場合、主 PAN の親機 3 は、主 PAN と副 PAN との間での通信の干渉を回避するために、復旧時に回避処理を速やかに実行できるように構成されているのが望ましい。そこで、主 PAN の親機 3 では、回避処理の設定情報 (すなわち、親機 3 の受信感度や、要求信号の送信頻度) を不揮発性メモリに記憶させるのが好ましい。この構成では、主 PAN の親機 3 は、制御部 33 により、復旧時に不揮発性メモリから設定情報を読み出すことで、復旧前の設定に基づいて回避処理を速やかに実行することができる。

30

【0106】

上記の各実施形態の通信システム 1 は、CPU (Central Processing Unit) 及びメモリを備えたコンピュータにプログラムを実行させることにより実現可能である。プログラムは、コンピュータのメモリに予め記憶されていてもよいし、電気通信回線を通して、或いは記録媒体に記録されて提供されてもよい。

【0107】

このプログラムは、コンピュータを、少なくとも検知部 331 と、記憶部 333 として機能させるためのプログラムである。検知部 331 は、副 PAN からの漏洩信号の有無を検知する。記憶部 333 は、漏洩信号が有る場合に受信した漏洩信号の主 PAN における干渉情報を記憶する。

40

【0108】

また、上記の通信システム 1 は、下記の方法によって、異なる PAN 10 間での通信の干渉を検知する。すなわち、この方法は、検知処理と、記憶処理とを有している。検知処理は、副 PAN からの漏洩信号の有無を検知する処理である。記憶処理は、漏洩信号が有る場合に受信した漏洩信号の主 PAN における干渉情報を記憶装置に記憶させる処理である。

【0109】

なお、本発明の各実施形態の通信システム 1 では、親機 3 が通信信号の送信間隔 (ポー

50

リング間隔)を決定しているが、他の構成であってもよい。たとえば、本発明の各実施形態の通信システム1は、親機3がゲートウェイ機能のみを有しており、上位サーバがポーリング間隔を決定する構成であってもよい。

【0110】

また、本発明の各実施形態の通信システム1では、減衰要素(変圧器7)を介して複数のネットワーク11~13の配電線6が接続されているが、減衰要素は備えていなくてもよい。

【0111】

以上、本発明の各実施形態の通信システム1について詳細に説明した。但し、以上に説明した構成は、本発明の一例に過ぎず、本発明は上記の各実施形態に限定されることはなく、これら実施形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。

10

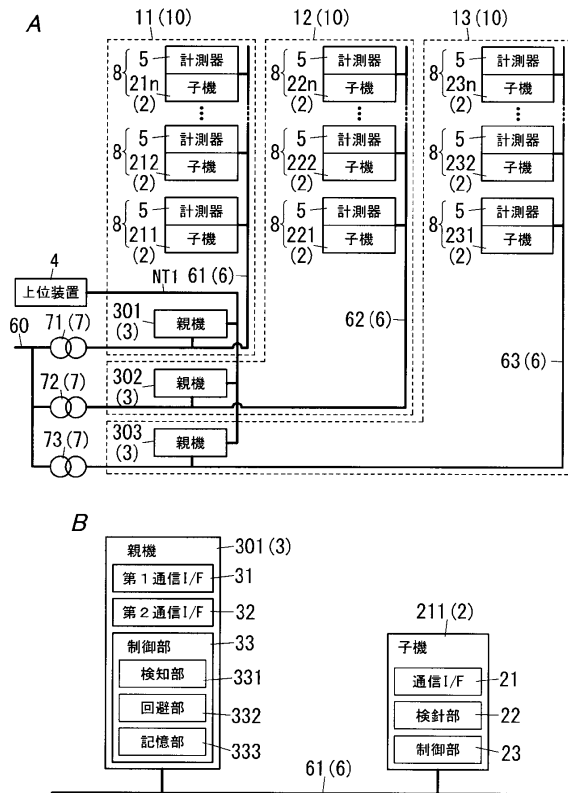
【符号の説明】

【0112】

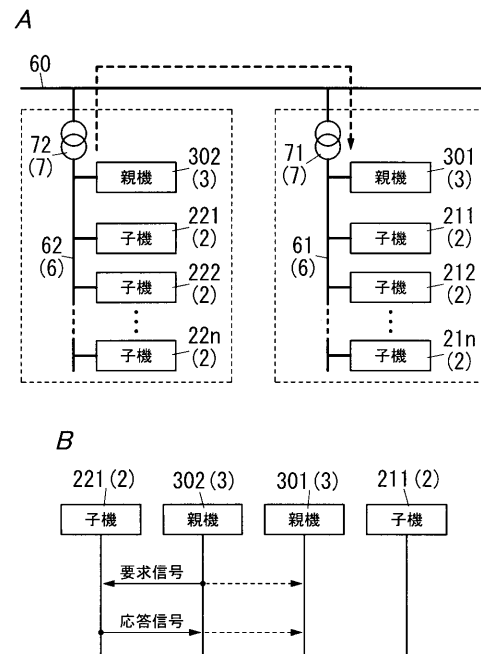
- 1 通信システム
- 11~13 ネットワーク
- 2 子機
- 3 親機
- 331 検知部
- 333 記憶部
- 6 配電線

20

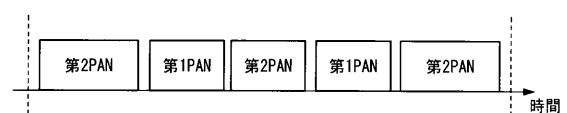
【図1】



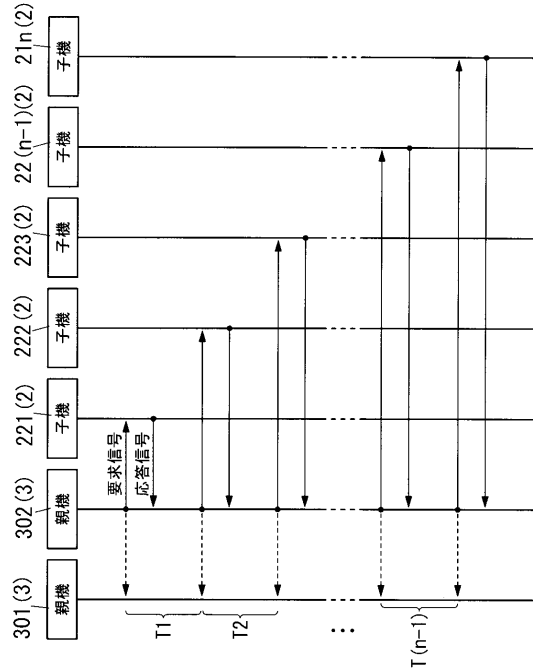
【図2】



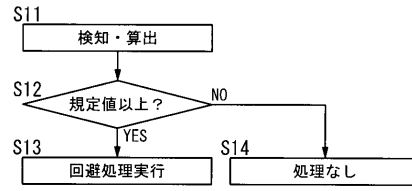
【図3】



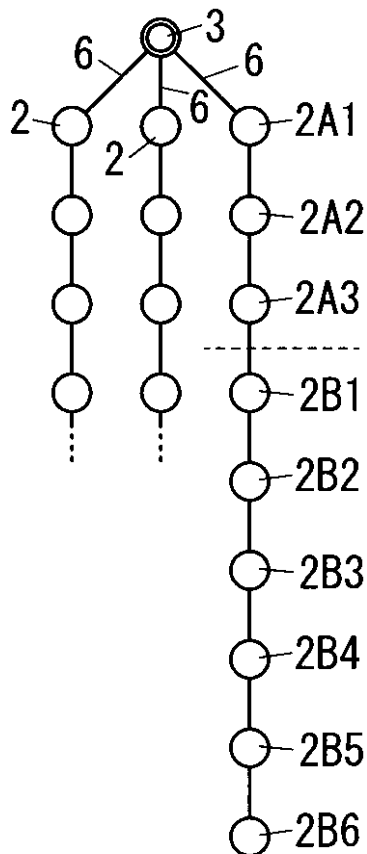
【図4】



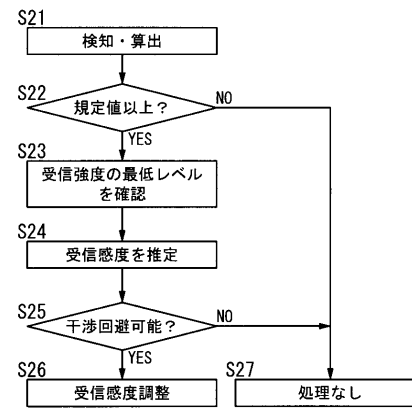
【図5】



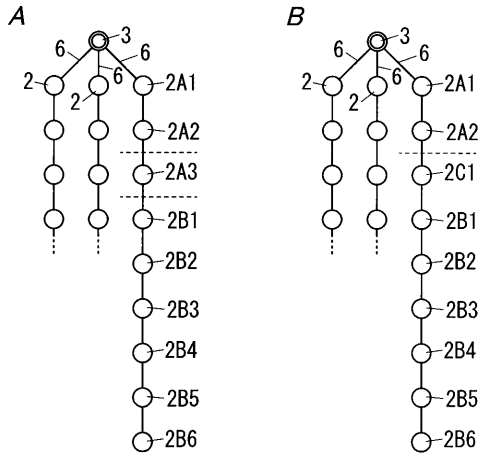
【図6】



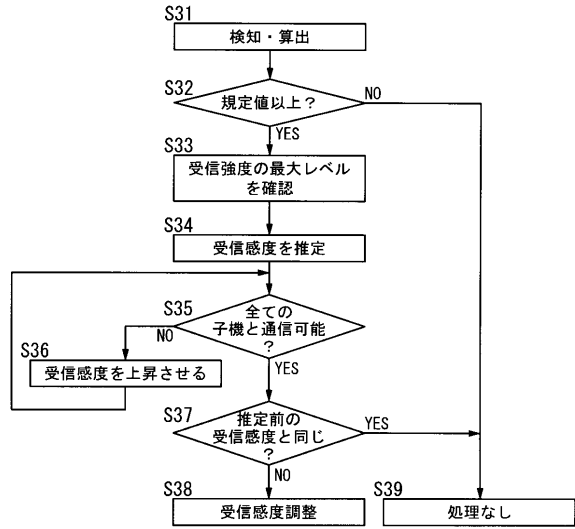
【図7】



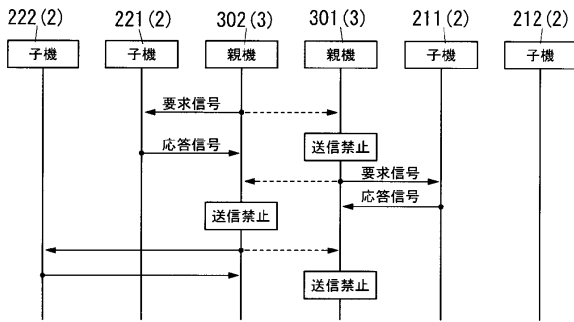
【図8】



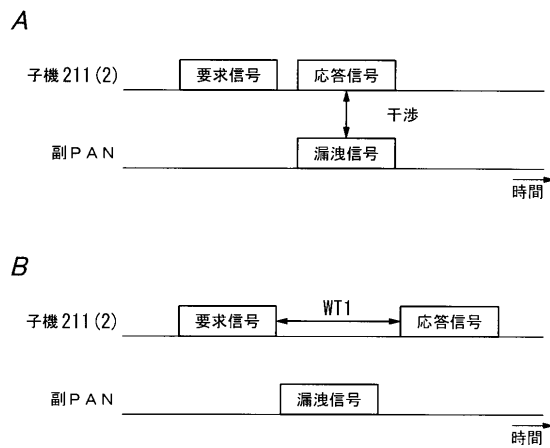
【図9】



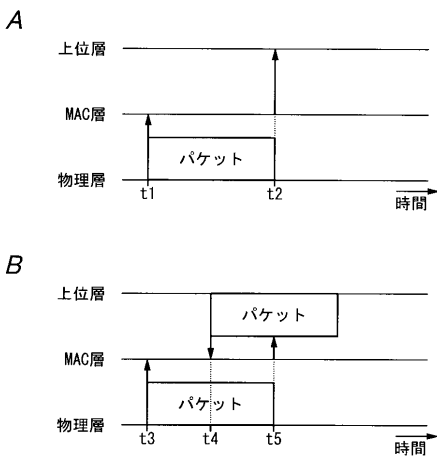
【図10】



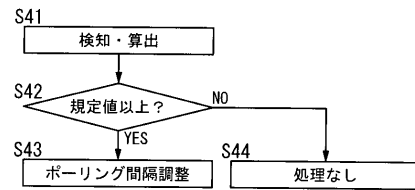
【図12】



【図11】

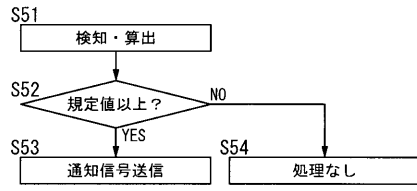


【図13】

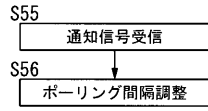


【図14】

A



B



---

フロントページの続き

- (72)発明者 土橋 和生  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 水田 友昭  
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 川口 貴裕

- (56)参考文献 特開2012-244540(JP,A)  
特開2014-064100(JP,A)  
特開2010-004280(JP,A)  
特開2014-192654(JP,A)  
国際公開第2013/081628(WO,A1)  
国際公開第2013/128904(WO,A1)  
特開2009-284290(JP,A)  
特開2008-118425(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04B 3/54 - 3/58