

(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2010-68200  
(P2010-68200A)

(43) 公開日 平成22年3月25日(2010.3.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO4W 72/04 (2009.01)</b>	HO4Q 7/00 546	5K067
<b>HO4W 84/10 (2009.01)</b>	HO4Q 7/00 629	
<b>HO4W 74/08 (2009.01)</b>	HO4Q 7/00 574	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2008-232048 (P2008-232048)	(71) 出願人	301022471
(22) 出願日	平成20年9月10日 (2008.9.10)		独立行政法人情報通信研究機構 東京都小金井市貫井北町4-2-1
		(74) 代理人	100107250 弁理士 林 信之
		(74) 代理人	100120868 弁理士 安彦 元
		(72) 発明者	李 長樂 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立 行政法人情報通信研究機構内
		(72) 発明者	李 還幫 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立 行政法人情報通信研究機構内

最終頁に続く

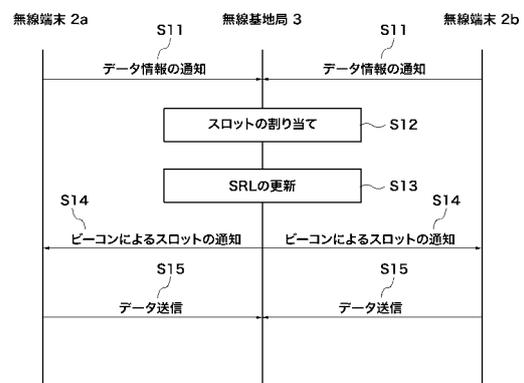
(54) 【発明の名称】 無線パケット通信方法及びシステム

(57) 【要約】

【課題】 既存のIEEE802.15.4規格よりもパケット廃棄率を低減させる。

【解決手段】 無線端末から受信したデータ情報に基づき、ビーコン21の後にCFP22とCAP23とInactive期間24とが続くフレームにおけるCFP22とInactive期間24のslot数を調整するとともに、CFP22を構成するslotを各無線端末2から送信される予定のデータフロー毎に更に割り当て、割り当てたCFP22を構成するslotをSRLに書き込むことにより更新し、更新されたSRLを参照して無線端末2毎に割り当てたCFPのslotをビーコン21により各無線端末2へ通知する。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

複数の無線端末と、無線基地局との間で無線パケット通信を行う無線パケット通信方法において、

上記各無線端末が送信すべきデータに関するデータ情報を上記無線基地局に予め通知するデータ情報通知ステップと、

上記データ情報通知ステップにおいて受信した上記データ情報に基づき、上記無線基地局側において、ビーコンの後に C F P (Contention Free Period) と C A P (Contention Access Period) と Inactive 期間とが続くフレームにおける上記 C F P と上記 Inactive 期間のスロット数を調整するとともに、上記 C F P を構成するスロットを上記各無線端末から送信される予定のデータフロー毎に更に割り当てる割り当てステップと、

上記割り当てステップにおいて上記データフロー毎に割り当てた上記 C F P を構成するスロットを S R L (Slot Reservation List) に書き込むことにより更新する S R L 更新ステップと、

上記 S R L 更新ステップにより更新された S R L を参照し、上記無線端末毎に割り当てた C F P のスロットを、上記無線基地局から上記ビーコンにより上記各無線端末へ通知するスロット通知ステップと、

上記各無線端末が、上記スロット通知ステップにおいて通知された C F P のスロットに対して上記無線基地局へデータを送信するデータ送信ステップとを有すること

を特徴とする無線パケット通信方法。

**【請求項 2】**

上記割り当てステップでは、上記 C F P のスロット数の調整と、上記各無線端末から送信されるデータフロー毎の上記 C F P を構成するスロットの割り当てを、今回のデータ送信分に加えて、次回のデータ送信分についても実行し、

上記 S R L 更新ステップでは、上記割り当てステップにおいて調整した上記 C F P のスロット数と、上記データフロー毎に割り当てた上記 C F P を構成するスロットを今回のデータ送信分に加えて、次回のデータ送信分について S R L に書き込むことにより更新すること

を特徴とする請求項 1 記載の無線パケット通信方法。

**【請求項 3】**

上記データ情報通知ステップでは、上記データ情報として、作動周期と、データレートとを通知すること

を特徴とする請求項 1 又は 2 記載の無線パケット通信方法。

**【請求項 4】**

上記無線パケット通信のプロトコルは、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 規格に準拠することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうち何れか 1 項記載の無線パケット通信方法。

**【請求項 5】**

複数の無線端末と、無線基地局との間で無線パケット通信を行う無線パケット通信システムにおいて、

送信すべきデータに関するデータ情報を上記無線基地局に予め通知する無線端末と、

上記無線端末から受信した上記データ情報に基づき、ビーコンの後に C F P (Contention Free Period) と C A P (Contention Access Period) と Inactive 期間とが続くフレームにおける上記 C F P と上記 Inactive 期間のスロット数を調整するとともに、上記 C F P を構成するスロットを上記各無線端末から送信される予定のデータフロー毎に更に割り当てる割り当て手段と、上記割り当て手段により上記データフロー毎に割り当てた上記 C F P を構成するスロットを S R L (Slot Reservation List) に書き込むことにより更新する S R L 更新手段と、上記 S R L 更新手段により更新された S R L を参照し、上記無線端末毎に割り当てた C F P のスロットを、上記ビーコンにより上記各無線端末へ通知するスロット通知手段とを備える無線基地局とを備え、

上記各無線端末は、上記無線基地局におけるスロット通知手段により通知された C F P の

スロットに対して上記無線基地局へデータを送信すること  
を特徴とする無線パケット通信システム。

【請求項 6】

上記割り当て手段は、上記 C F P のスロット数の調整と、上記各無線端末から送信されるデータフロー毎の上記 C F P を構成するスロットの割り当てを、今回のデータ送信分に加えて、次回のデータ送信分についても実行し、

上記 S R L 更新手段は、上記割り当てステップにおいて調整した上記 C F P のスロット数と、上記データフロー毎に割り当てた上記 C F P を構成するスロットを今回のデータ送信分に加えて、次回のデータ送信分について S R L に書き込むことにより更新すること  
を特徴とする請求項 5 記載の無線パケット通信システム。

10

【請求項 7】

上記無線端末は、上記データ情報として、作動周期と、データレートとを通知すること  
を特徴とする請求項 5 又は 6 記載の無線パケット通信システム。

【請求項 8】

上記無線パケット通信のプロトコルは、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 規格に準拠すること  
を特徴とする請求項 5 ~ 7 のうち何れか 1 項記載の無線パケット通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、共通の無線チャネルを使用して無線パケット通信を行う無線基地局と無線端末間のデータパケット通信を行う無線パケット通信方法及びシステムに関し、特に I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 規格に基づく無線パーソナルエリア環境において、パケットの廃棄量を軽減させ、特に無線端末における消費電力を軽減させる際に好適な無線パケット通信方法及びシステムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

無線 L A N (Local Area Network) は、有線 L A N と比較して、ケーブルのためのスペースが削減されることや、ノート型パーソナルコンピュータ (ノート P C) 等を始めとした携帯端末が、その携帯性を損なうことなく L A N に接続できる等の利点がある。また無線 L A N そのものも高速化され、また安価になってきたため、無線 L A N に対する実用化が一段と加速している。このような背景から、無線 L A N の標準化が I E E E (Institute of Electrical and Electronics Engineering) で進められている。

30

【0003】

特に無線 L A N に代表される無線パケット通信システムにおいて、複数の端末間における無線リソースの競合が問題視されている。この無線リソースの競合を回避するためには、媒体アクセス制御 (M A C :Medium Access Control) が必要となる。この無線 L A N における M A C プロトコルとしては、端末がパケットを送信する前に他端末の搬送波を検出する、いわゆるキャリアセンスを実行し、キャリアを捕捉できない場合に自身のパケットを送信する C S M A (Carrier Sense Multiple Access) 方式が提案されている。また、この C S M A 方式に対して、更にパケットの衝突回避の仕組みを付加した C S M A / C A 方式 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 方式も提案されている。

40

【0004】

この C S M A / C A 方式では、通信を開始して、通信相手の無線ノードから A C K (Acknowledge) 信号の返信を受け取った場合には、通信が成功したものとみなし、A C K 信号を受け取らなかった場合には、他の無線ノードとの通信衝突が発生したものとみなして、再びバックオフ時間を設けてパケットデータを再送信するシステムである。

【0005】

特に近年において、この C S M A / C A 方式は、I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 規格に準拠する場合が多くなっている。I E E E 8 0 2 . 1 5 . 4 規格は、8 6 8 M H z、9 1 5 M

50

Hz及び2.45GHz付近の周波数を利用する無線通信であって、特にZigBee(登録商標)等の家電向け近距離通信に利用されている。ZigBee(登録商標)は、IEEE802.15.4規格で規定されたPHY層及びMAC層を用い、その上位のネットワーク層、アプリケーション層を規格化したものである。このZigBee(登録商標)は、IEEE802.15.4規格の特徴を生かし、超低消費電力化、小型化、低コスト化を実現可能としている。

【0006】

このように、IEEE802.15.4規格は、センサネットワークのみならず、ホームネットワーク、オフィスネットワーク、人体に装着した各種医療用機器との通信ネットワークに加え、将来的にはユビキタスネットワーク社会を実現するためのキーテクノロジーとしても注目されている。

10

【0007】

IEEE802.15.4規格による無線通信では、図10に示すように、ネットワーク7を制御するNC(Network-Coordinator)71と、複数のED(End Device)72と間で近距離無線通信を行うのが一般的である。ちなみに、このネットワーク7の例としては、スター型、ツリー型、メッシュ型といった多彩なネットワーク形態が選択可能である。

【0008】

また、このIEEE802.15.4規格による無線通信では、ビーコンを使用したいわゆるスーパーフレーム構造を用いる。このスーパーフレーム構造は、ビーコン間隔を全てのED72がアクセス可能なCAP(Contention Access Period)、特定のED72が専有してアクセス可能なCFP(Contention Free Period)、全てのED72がアクセス禁止となるInactive期間に分割される。またCFPは、GTS(Guaranty time Slot)メカニズムにより7等分されて、通信を優先的にやりたいED72へ割り当てることが可能となる。

20

【0009】

従来におけるこのIEEE802.15.4規格による無線パケット通信システムとしては、例えば、特許文献1、2等が提案されている。またCSMA/CA方式におけるパケットの衝突を最小限に抑える技術としては、例えば、特許文献3、4の開示技術が提案されている。

30

【特許文献1】特開2005-102218号公報

【特許文献2】特開2008-026310号公報

【特許文献3】特開2004-242204号公報

【特許文献4】特開2006-197177号公報

【非特許文献1】G. Lu, B. Krishnamachari and C. S. Raghavendra, "Performance evaluation of the IEEE 802.15.4 MAC for low-rate low power wireless networks," in Proceedings of the IEEE International Performance Computing and Communication Conference (IPCCC '04), Phoenix, AZ, Apr. 2004, pp. 701-706.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

40

ところで、このようなIEEE802.15.4規格による図10に示すネットワーク7において、ED72から送られてきたデータフローを組み込むためのCFPのスロットは、かかるED72毎に予め決められており、固定されている。複数のED72からNC71に対して同時にデータを送信する際に、ある1つのED72からは送信されるデータが無いにも関わらず、別のED72からは非常に高いレートでデータが送信されてくる場合もある。かかる場合において、上述した従来の方法では、上記1つのED72のためにわざわざ使用しないスロットを常時確保しなければならないと、また、かかる空きスロットを、他のED72から送信されてくる大量のデータのために使用することができず、スロットを浪費してしまうという問題点があった。これに加えて、他のED72から送信すべきデータに関しては、CFPのスロットが確保されないため、パケットを廃棄せざるを得な

50

くなるという問題点があった。

【 0 0 1 1 】

なお、IEEE 802.15.4規格において、パケット廃棄率を減少させるためのスキームは従来において提案されている（例えば、非特許文献1参照。）。しかしながら、これらのスキームは、何れもED72、ひいてはシステム全体の仕様につき大きく変更を施す必要があり、現時点において既に現在において稼働しているシステムに対する適用が困難になるという問題点があった。

【 0 0 1 2 】

更に従来のスーパーフレーム構造では、ビーコンの後にCAP、CFP、Inactive期間が続く構成であるため、フレームにおいてCFPが終わるまで消費電力を減らすことができないという問題点があった。特にこのネットワーク7について、ED72を人体内に装着して内部の臓器の情報をリアルタイムに検出する場合等では、ED72の消費電力を極力低減させる必要があった。このため、医療用通信システムとして応用する際において、特にこのED72における低消費電力化の要請が強かった。

【 0 0 1 3 】

そこで、本発明は、上述した問題点に鑑みて案出されたものであり、その目的とするところは、CFPのスロットを効率よく活用することによりパケット廃棄率を低減可能させ、低消費電力化が可能な無線パケット通信方法及びシステムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明に係る無線パケット通信方法は、上述した課題を解決するために、複数の無線端末と、無線基地局との間で無線パケット通信を行う無線パケット通信方法において、上記各無線端末が送信すべきデータに関するデータ情報を上記無線基地局に予め通知するデータ情報通知ステップと、上記データ情報通知ステップにおいて受信した上記データ情報に基づき、上記無線基地局側において、ビーコンの後にCFP(Contention Free Period)とCAP(Contention Access Period)とInactive期間とが続くフレームにおける上記CFPと上記Inactive期間のスロット数を調整するとともに、上記CFPを構成するスロットを上記各無線端末から送信される予定のデータフロー毎に更に割り当てる割り当てステップと、上記割り当てステップにおいて上記データフロー毎に割り当てた上記CFPを構成するスロットをSRL(Slot Reservation List)に書き込むことにより更新するSRL更新ステップと、上記SRL更新ステップにより更新されたSRLを参照し、上記無線端末毎に割り当てたCFPのスロットを、上記無線基地局から上記ビーコンにより上記各無線端末へ通知するスロット通知ステップと、上記各無線端末が、上記スロット通知ステップにおいて通知されたCFPのスロットに対して上記無線基地局へデータを送信するデータ送信ステップとを有することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

本発明に係る無線パケット通信システムは、上述した課題を解決するために、複数の無線端末と、無線基地局との間で無線パケット通信を行う無線パケット通信システムにおいて、送信すべきデータに関するデータ情報を上記無線基地局に予め通知する無線端末と、上記無線端末から受信した上記データ情報に基づき、ビーコンの後にCFP(Contention Free Period)とCAP(Contention Access Period)とInactive期間とが続くフレームにおける上記CFPと上記Inactive期間のスロット数を調整するとともに、上記CFPを構成するスロットを上記各無線端末から送信される予定のデータフロー毎に更に割り当てる割り当て手段と、上記割り当て手段により上記データフロー毎に割り当てた上記CFPを構成するスロットをSRL(Slot Reservation List)に書き込むことにより更新するSRL更新手段と、上記SRL更新手段により更新されたSRLを参照し、上記無線端末毎に割り当てたCFPのスロットを、上記ビーコンにより上記各無線端末へ通知するスロット通知手段とを備える無線基地局とを備え、上記各無線端末は、上記無線基地局におけるスロット通知手段により通知されたCFPのスロットに対して上記無線基地局へデータを送信することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0016】

上述した構成からなる本発明では、パケット廃棄率を低く抑えることができ、ひいては、平均消費電力も低く抑えることが可能となる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0017】

以下、本発明を実施するための最良の形態として、IEEE 802.15.4規格に基づく無線パーソナルエリア環境に適用される無線パケット通信方法及びシステムについて、図面を参照しながら詳細に説明をする。

## 【0018】

本発明を適用した無線パケット通信システム1は、例えば図1に示すように、複数の無線端末2と、ネットワーク全体を制御する無線基地局3とを備えている。無線パケット通信システム1は、IEEE 802.15.4標準に基づく低速WPAN(Wireless Personal Area Network)である。なお、無線パケット通信システム1は、図1に示すようなスター型に限定されるものではなく、ツリー型やメッシュ型等いかなるネットワーク形態を適用してもよい。

## 【0019】

また、この無線パケット通信システム1では、無線端末2を例えば人体内に埋め込み(インプラント)し、或いは人体に装着するものであってもよい。そして、人体外に無線基地局3を配設するようにしてもよい。かかる場合において、無線端末2は、人体内を撮像し、あるいは体内の各種情報をセンシングし、取得したデータを体外の無線基地局3へと送信する。無線基地局3は、かかるデータを受信し、これを解析することにより、人体の異常を検知することになる。

## 【0020】

無線端末2は、少なくともWPANにおいて無線基地局3との間で無線パケット通信を行うことができ、更には無線基地局3を介して他の無線端末2との間で無線パケット通信を行うことができる。以下では、無線端末2から無線基地局3へパケットデータを無線により送信する場合を例にとり説明をする。ちなみに、この無線端末2を人体内に埋め込みずる場合には、非常に小型化されたチップで構成されることになる。

## 【0021】

無線基地局3も同様に上述した携帯情報端末と構成を同一とするものであってもよい。この無線基地局3は、コーディネータとしての役割を担う。そして、この無線基地局3は、無線端末2から送信されてくるビーコンを取得し、また無線端末2をそれぞれWPANに接続させるために、これらを互いに同期化させる役割を担う。

## 【0022】

本発明を適用した無線パケット通信システム1は、例えば図2(a)に示すように、ビーコン21を使用したいわゆるスーパーフレーム構造を用いる。スーパーフレームは、ビーコン21の後にCFP(Contention Free Period)22と、CAP(Contention Access Period)23と、Inactive期間24とを有している。さらに、2つのビーコン21間の時間は、スーパーフレームの周期に関係なく、所定数のスロットに分けられる。このスーパーフレームでは、上述したCAP23の前に、特定の無線端末2のみが専有してアクセス可能なCFP22、全ての無線端末2がアクセス禁止となるInactive期間24が続くことになる。

## 【0023】

ちなみに、このスーパーフレーム構造において、CFP22と、Inactive期間24を構成するスロット数は可変としており、CAP23を構成するスロット数は固定としている。なお、1フレームを構成するスロットの数も固定とされていることから、CFP22のスロット数を増やした場合には、Inactive期間24のスロット数をこれに応じて減らし、またCFP22のスロット数を減らした場合には、Inactive期間24のスロット数をこれに応じて増やすことになる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

次に、本発明を適用した無線パケット通信システム 1 の動作について図 3 を用いて詳細に説明をする。この図 3 の例では、2 つの無線端末 2 a、2 b から 1 つの無線基地局 3 に対してそれぞれデータを送信する場合を例にとる。

## 【 0 0 2 5 】

まず、ステップ S 1 1 において、各無線端末 2 a、2 b からデータ情報を無線基地局 3 へ通知する。このステップ S 1 1 におけるデータ情報の通知は、各無線端末 2 a、2 b が送信すべきデータに関するデータ情報である。例えば、無線端末 2 a がこれから無線基地局 3 へデータを送ろうとするとき、その送ろうとしているデータに関するデータ情報として、作動周期と、データレート等を通知する。同様に無線端末 2 b も、これから送ろうとしているデータの作動周期と、データレート等をデータ情報として送る。無線端末 2 a と無線端末 2 b 間において、互いに送ろうとしているデータのデータレート等は異なる場合が多い。ステップ S 1 1 において、上述したデータ情報を受け取った無線基地局 3 は、無線端末 2 a と無線端末 2 b とが、それぞれ送ろうとしているデータに関するデータレートを初めとした各種情報を予め取得することが可能となる。なお、これら無線端末 2 a、2 b によるデータ情報の送信のタイミングは、同時である場合に限定されるものではなく、若干のインターバルが発生していてもよい。

## 【 0 0 2 6 】

次にステップ S 1 2 へ移行し、無線基地局 3 は、スロットの割り当てを行う。このステップ S 1 2 におけるスロットの割り当ては、ステップ S 1 1 において無線基地局 3 が受信したデータ情報に基づいて行う。

## 【 0 0 2 7 】

このステップ S 1 2 におけるスロットの割り当ては、先ずこのスーパーフレーム構造において、CFP 2 2 と、Inactive 期間 2 4 を構成するスロット数の調整を行う。例えば、CFP 2 2 に挿入すべきデータの量が多い場合には、図 2 (b) に示すように CFP 2 2 を構成するスロット数を増加させる。そして、この CFP 2 2 において増加させたスロットの分、Inactive 期間 2 4 のスロット数を減少させる。逆に CFP 2 2 に挿入すべきデータの量が少なくなる場合には、CFP 2 2 を構成するスロット数を減少させる。そして、この CFP 2 2 において減少させたスロットの分、Inactive 期間 2 4 のスロット数を増加させる。

## 【 0 0 2 8 】

これにより、本発明では、CFP 2 2 に挿入すべきデータの量が多い場合には、CFP 2 2 を構成するスロット数を増加させることにより、複数のフレーム間に跨ることなく、一のフレーム内で処理することが可能となり、フレームを構成するスロットを効率的に活用することができる。また逆に CFP 2 2 に挿入すべきデータの量が少ない場合には、CFP 2 2 を構成するスロット数を減少させることにより、CFP 2 2 以降の CAP 2 3、Inactive 期間 2 4 の期間において電力を OFF することが可能となり、消費電力を軽減させることが可能となる。即ち、本発明では、データの受信量が少なくなりそうな場合に CAP 2 3、Inactive 期間 2 4 を構成するスロットの割合を増加させることにより、消費電力を低減させることが可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

このステップ S 1 2 では、上述した CFP 2 2 と、Inactive 期間 2 4 を構成するスロット数の調整を行った後、更に CFP 2 2 を構成するスロットを各無線端末 2 a、2 b から送信される予定のデータフロー毎に更に割り当てる。例えば図 4 に示すように、無線端末 2 a、2 b からデータフローが、フロー F 1 ~ フロー F 4 に亘り送信が予定されていることを、上記受信したデータ情報に基づいて識別することができたものとする。かかる場合において、j-1 番目のフレーム ((j-1)th frame) と、j+1 番目のフレーム ((j+1)th frame) との間にある、j 番目のフレーム (jth frame) に、フロー F 1 ~ フロー F 4 をフロー F 2、フロー F 1、フロー F 4、フロー F 3 の順で構成する場合を例に示したのが図 4 である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 0 】

ステップ S 1 2 では、これらデータフローをフレーム内に挿入するために、前もって C F P 2 2 の各スロットを割り当てる。このとき、フロー F 1 ~ フロー F 4 のために、全部で C F P 2 2 のスロットとして 4 9 スロット必要であることを、上述したデータ情報に基づいて識別する。そして、先ず C F P 2 2 のスロットとして、4 9 スロット分確保すべく、C F P 2 2 と、Inactive 期間 2 4 とのスロット数を調整する。因みに、図中において、この j 番目のフレームの下側に割り振られている番号は、スロット No . である。このスロット No . 1 ~ 5 はビーコン 2 1 に割り当てられる。このため、C F P 2 2 は、スロット No . 6 ~ 5 3 において割り当てられることになる。次に、C F P 2 2 について、更にフロー F 2 についてスロット No . 6 ~ 1 3 を、フロー F 1 についてスロット No . 1 4 ~ 2 9 を、フロー F 4 についてスロット No . 3 0 ~ 4 5 を、更にフロー F 3 についてスロット No . 4 6 ~ 5 3 を割り当てる。

10

## 【 0 0 3 1 】

上述したステップ S 1 1 において送信されてきたデータ情報において、各フロー F 1 ~ F 4 におけるデータ量に関する情報も記述されている。このため、各フロー F 1 ~ F 4 毎についてデータ情報からそれぞれデータ量情報を取得することにより、各フロー F 1 ~ F 4 についてそれぞれ C F P 2 2 のスロットをいかなる量に亘って配分すべきかを定めることが可能となる。その結果、上述したように、各フロー F 1 ~ F 4 についてそのデータ量の大きさに応じて上述の如き C F P 2 2 のスロットを割り当てることが可能となる。

20

## 【 0 0 3 2 】

次にステップ S 1 3 へと移行し、無線基地局 3 は、S R L (Slot Reservation List) への情報の書き込みを行う。この S R L は、例えば無線基地局 3 に実装されているハードディスクやメモリ等の記録媒体に記録されるものであり、また必要に応じてこれら S R L が記録された記録媒体へアクセスすることにより、S R L へ書き込んだ情報を読み出すことが可能となる。

## 【 0 0 3 3 】

図 5 は、実際にステップ S 1 3 において S R L に、スロットの割り当てを書き込んだ例を示している。j 番目のフレームの場合、それぞれフロー F 2、フロー F 1、フロー F 4、フロー F 3 の順で上から記述し、さらに、各フロー F 1 ~ F 4 について N S と N L を記述する。

30

## 【 0 0 3 4 】

この N S は、それぞれデータの書き込みを開始するスロットの No . を示しており、N L は、それぞれのフローについてデータの書き込みに必要なスロット数を示している。無線基地局 3 は、この S R L に対して随時、情報の書き込みを行うことにより、これを更新していくことになる。この S R L への情報の書き込みは、今後無線端末 3 から送信されてくるデータののためのスロットの予約を意味する。

## 【 0 0 3 5 】

ちなみに、このスロットの予約は、フレーム単位で行う。例えば図 6 に示すように、無線端末 2 からのデータパケットは、タイミング  $d_{k(i-1)}$ 、タイミング  $d_{k_i}$ 、タイミング  $d_{k(i+1)}$ 、タイミング  $d_{k(i+2)}$ 、で送られてくるものとし、1 フレームの長さを  $T_F$  とする。また、タイミング  $d_{k_i}$  で送られてくる今回のデータ送信分については、 $TD_{k_i}$  により指定された j 番目のフレームを、またタイミング  $d_{k(i+1)}$  で送られてくる次回のデータ送信分については、 $RD_{k_i}$  により指定された j+1 番目のフレームを割り当てるものとする。

40

## 【 0 0 3 6 】

かかる場合において、本発明では、C F P 2 2 のスロット数の調整と、各無線端末 2 から送信されるデータフロー毎の C F P 2 2 を構成するスロットの割り当てを、今回のデータ送信分に加えて、次回のデータ送信分についても実行する。即ち、 $TD_{k_i}$  により指定された j 番目のフレームのみならず、次回分の  $RD_{k_i}$  により指定された j+1 番目のフレームについても、スロットの確保を予約しておく。そして、予約したスロットについての情報は、上述した S R L へ書き込む。

50

## 【 0 0 3 7 】

また、今回のデータ送信が、タイミング $d_{k_{i+1}}$ で送られてくるデータとなる場合、 $TD_{k_{i+1}}$ により指定されるのは $j+1$ 番目のフレームとなり、 $RD_{k_{i+1}}$ により指定されるのは $j+2$ 番目のフレームとなる。 $j+2$ 番目のフレームが次回のデータ送信時に割り当てられるフレームであるが、そのスロットを予め予約しておく。このようにして、順次 $TD_k$ と $RD_k$ を後ろのフレームにシフトさせながら、今回のデータ送信と次回のデータ送信の2回分のスロットの予約を行い、その都度SRLの更新を行う。

## 【 0 0 3 8 】

次にステップS14へ移行し、前ステップS13において無線端末2a、2b毎に割り当てたCFP22のスロットをビーコン21により、無線基地局3から各無線端末2a、2bへと通知する。このとき、無線基地局3は、上記更新されたSRLを参照し、それに書き込まれているスロットに関する情報を読み出し、これを無線端末2a、2bへと送信する。無線基地局3は、SRLに記述されている全てのスロットに関する情報を無線端末2a、2bそれぞれに対して送信するのではなく、各無線端末2a、2bが送信を予定しているデータフローに関するスロットを通知すればよい。例えば、上述したフローF1～フローF4のうち、フローF1、F2が無線端末2aにより送信を予定するものであり、フローF3、F4が無線端末2bにより送信を予定するものである場合、無線端末2aには、フローF1、F2に割り当てたスロットに関する情報を、また無線端末2bには、フローF3、F4に割り当てたスロットに関する情報を送信する。

10

## 【 0 0 3 9 】

次にステップS15へ移行し、各無線端末2a、2bは、ステップS14において通知されたCFP22のスロットに対して無線基地局3へデータを送信する。これにより、無線基地局3は、予め予約しておいた各スロットに、各無線端末2a、2bからのデータを挿入することが可能となる。

20

## 【 0 0 4 0 】

このような本発明を適用した無線パケット通信方法によれば、以下に説明するような効果を得ることができる。

## 【 0 0 4 1 】

図7は、無線端末2の数Nに対するパケット廃棄率のシミュレーション結果を示している。この図7において、DCは、作動周期(=1、0.5)を示しており、本発明例におけるパケット廃棄率に加え、従来のIEEE802.15.4仕様におけるパケット廃棄率を比較のために示している。

30

## 【 0 0 4 2 】

いずれの場合においても、無線端末2の数Nが増加するにつれてパケット廃棄率は増加していた。また、本発明例は、従来仕様と比較してパケット廃棄率が低くなっていた。特に無線端末2の数Nが大きい場合において、従来仕様と比較したそのパケット廃棄率の格差が一段と大きくなる傾向も示されていた。またDCが減少するにつれて、パケット廃棄率が高くなる傾向も表れていた。

## 【 0 0 4 3 】

このように本発明では、上述したステップS12におけるスロットの割り当てを実行することから、使用しないスロットを、他のデータの送信を希望している無線端末2に対して割り当てることが可能となり、スロットが確保されないことによるパケットの廃棄を防止することができる。

40

## 【 0 0 4 4 】

図8は、無線端末2の数Nに対する平均遅延時間(ms)のシミュレーション結果を示している。この図8では、ステップS11におけるデータ情報の送信を"Request"として表し、またステップS15におけるデータ送信を"Data"として表している。その結果、いずれの場合においても無線端末2の数Nが増加するにつれて平均遅延時間は増加していた。ちなみに、本発明例では、上述したステップS11～14の工程が従来例と比較して新たに加わる分において、処理時間が増大し、従来仕様と比較して、僅かではあるがそ

50

の packets 送信に至るまでの平均遅延時間が増加していた。

【 0 0 4 5 】

図 9 は、無線端末 2 の数  $N$  に対する平均消費電力の関係を示している。ちなみに、この平均消費電力は、無線端末 2 と、無線基地局 3 の双方についてシミュレーションを行った。その結果、本発明例では、従来例の  $DC = 1$  と比較して、無線端末 2 と、無線基地局 3 について消費電力が減少する傾向が示されていた。特に無線端末 2 において、従来例と比較して消費電力を大幅に低減できることが分かった。その理由として、 $CFP 2 2$  の後に、 $CAP 2 3$ 、Inactive 期間が続く構成としていることから、上述のように電源を OFF することができ、また無線端末 2 側においても、その期間は同様に電源を OFF することができ、消費電力を低減することができるためである。特に、無線端末 2 における消費電力を減らすことができる本発明では、特に無線端末 2 を人体内に装着して内部の臓器の情報をリアルタイムに検出する場合等において好適となる。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 本発明を適用した無線 packets 通信システムにおけるシステム構成を示す図である。

【 図 2 】 スーパーフレーム構造を示す図である。

【 図 3 】 本発明を適用した無線 packets 通信システムの制御フローを示す図である。

【 図 4 】  $CFP$  を構成するスロットを各無線端末から送信される予定のデータフロー毎に割り当てた例を示す図である。

20

【 図 5 】  $SR L$  に、スロットの割り当てを書き込んだ例を示す図である。

【 図 6 】 発明を適用した無線 packets 通信システムによるスロットの予約方法について説明するための図である。

【 図 7 】 無線端末の数  $N$  に対する packets 廃棄率のシミュレーション結果を示す図である。

【 図 8 】 無線端末の数  $N$  に対する平均遅延時間 (  $ms$  ) のシミュレーション結果を示す図である。

【 図 9 】 無線端末の数  $N$  に対する平均消費電力の関係を示す図である。

【 図 10 】 一般的な IEEE 802.15.4 規格による無線通信ネットワークを示す図である。

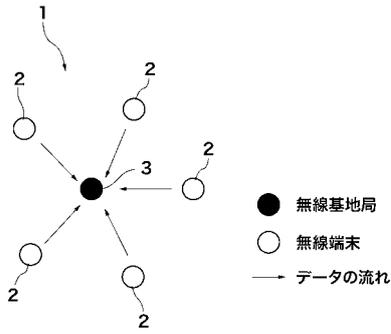
30

【 符号の説明 】

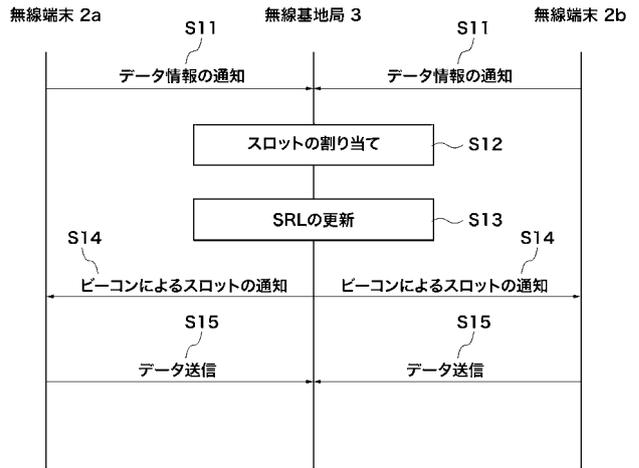
【 0 0 4 7 】

- 1 無線 packets 通信システム
- 2 無線端末
- 3 無線基地局
- 2 1 ビーコン
- 2 2  $CFP$
- 2 3  $CAP$
- 2 4 Inactive 期間

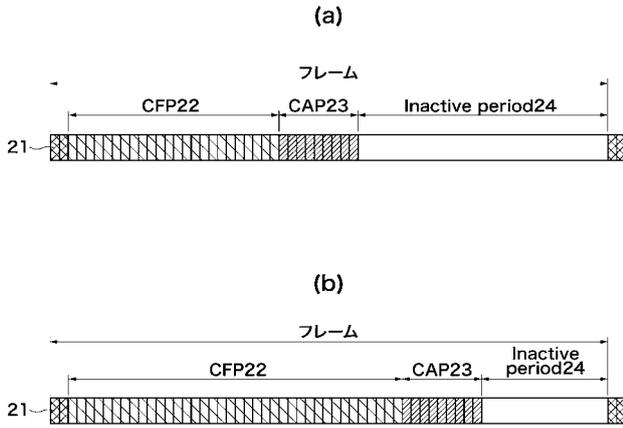
【 図 1 】



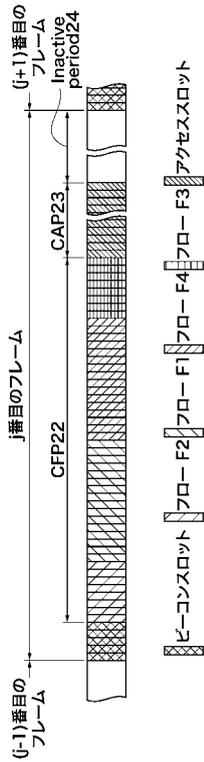
【 図 3 】



【 図 2 】



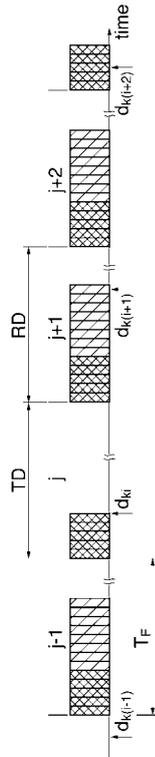
【 図 4 】



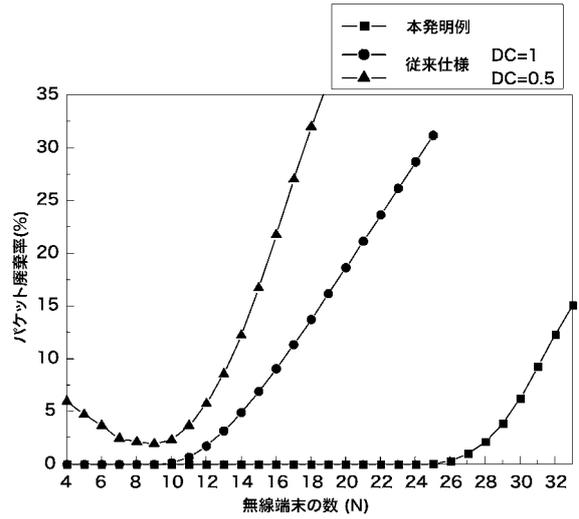
【 図 5 】

フレーム	フロー	NS	NL
...	...	...	...
j	2	6	8
	1	14	16
	4	30	16
	3	46	8
...	...	...	...

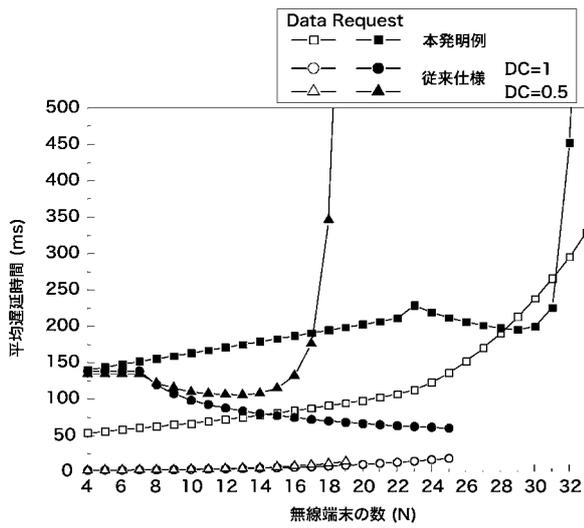
【 図 6 】



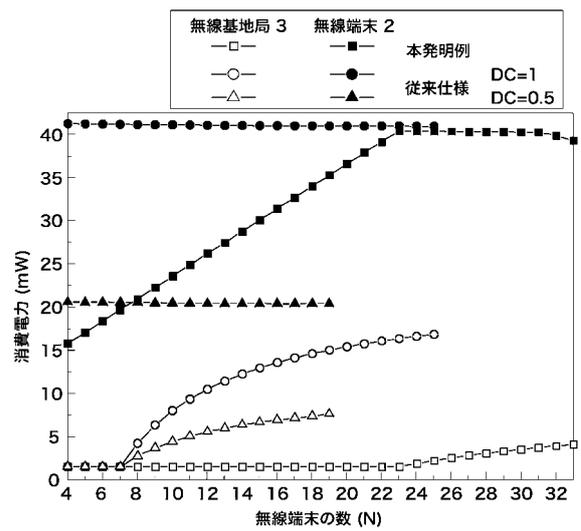
【 図 7 】



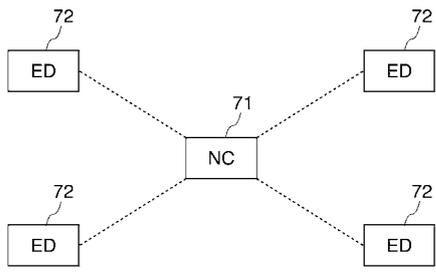
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 河野 隆二

東京都小金井市貫井北町4 - 2 - 1 独立行政法人情報通信研究機構内

Fターム(参考) 5K067 AA13 BB21 CC08 DD25 DD34 EE02 EE10 EE22 EE35 EE72  
FF16 GG03 JJ03

## 【 外国語明細書 】

[Title of the Invention] WIRELESS PACKET COMMUNICATION METHOD AND SYSTEM

[Technical Field]

## 【 0 0 0 1 】

The present invention relates to a wireless packet communication method and system that execute data packet communication between a wireless base station and a wireless terminal which carry out wireless packet communication using a common wireless channel, and, more particularly, to a wireless packet communication method and system suitable for reducing the amount of packets dropped to thereby reduce consumed power in, particularly, a wireless terminal, in the wireless personal area environment based on the standards of IEEE802.15.4.

[Background Art]

## 【 0 0 0 2 】

Wireless LAN (Local Area Network) is advantageous over cable LAN in that the space for cables is eliminated, and portable terminals including a notebook type personal computer (notebook PC) can be connected to the LAN without sacrificing the portability. The wireless LAN itself becomes faster and cheaper, so that an attempt of making the wireless LAN practical is accelerated. In this situation, standardization of wireless LAN is set forward in the IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineering).

## 【 0 0 0 3 】

In a wireless packet communication system typified by the wireless LAN, particularly, contention of wireless resources among a plurality of terminals becomes an issue. Avoiding the contention of wireless resources needs MAC (Medium Access Control). As the MAC protocol in the wireless LAN, a CSMA (Carrier Sense Multiple Access) system is proposed that executes so-called carrier sensing in which before a local terminal transmits a packet, a carrier of another terminal is detected, and a packet of the local terminal is transmitted when the carrier cannot be detected. A CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) system which is the CSMA system added with a packet collision avoiding technique is also proposed.

## 【 0 0 0 4 】

In the CSMA/CA system, when communication is initiated and an ACK (Acknowledge) signal returned from a communication counterpart wireless node is received, the communication is considered to be construed successfully, whereas when ACK signal is not received, it is construed that a communication collision with another wireless node has occurred, so that a backoff time is provided again to retransmit packet data.

## 【 0 0 0 5 】

Particularly in recent years, it is often the case where the CSMA/CA system is compatible with the IEEE802.15.4 standards. The IEEE802.15.4 standards define wireless communication which uses frequencies of around 868 MHz, 915 MHz and 2.45 GHz, and is used particularly in close-range communication for home electric appliance, such as Zigbee (registered trademark). Zigbee (registered trademark) uses a PHY layer (Physical Layer) and MAC layer, both defined by the IEEE802.15.4 standards, to standardize a network layer and an application layer positioned higher than the PHY layer and MAC layer. The Zigbee (registered trademark) makes the good use of the characteristics of the IEEE802.15.4 standards to ensure very low power consumption, miniaturization and

cost reduction.

【 0 0 0 6 】

The IEEE802.15.4 standards are drawing attention to a key technology to achieve a ubiquitous network society in future in addition to a sensor network, home network and a communication network with various medical devices mounted on human bodies.

【 0 0 0 7 】

Wireless communication compatible with the IEEE802.15.4 standards generally carries out close-range communication between a NC (Network-Coordinator) 71 which controls a network 7, and a plurality of EDs (End Devices) 72 as shown in Fig. 7. As an example of the network 7, various network modes, such as the star type, tree type and mesh type, are selectable.

【 0 0 0 8 】

The wireless communication compatible with the IEEE802.15.4 standards uses a so-called superframe structure using beacons. The superframe structure separates the beacon interval into a CAP (Contention Access Period) in which every ED 72 is accessible, a CFP (Contention Free Period) in which a specific ED 72 is exclusively accessible, and an inactive period in which the access of every ED 72 is inhibited. The CFP is equally divided into seven slots by a GTS (Guaranteed Time Slot) mechanism, which are assigned to EDs 72 which have higher priority to perform communication.

【 0 0 0 9 】

Conventional wireless packet communication systems compatible with the IEEE802.15.4 standards are proposed in, for example, Patent documents 1, 2 and the like. In addition, as techniques of minimizing packet collision in the CSMA/CA system, technologies disclosed in, for example, patent documents 3 and 4 are proposed.

[Patent document 1] Japanese Patent Application Laid-Open No. 2005-102218

[Patent document 2] Japanese Patent Application Laid-Open No. 2008-026310.

[Patent document 3] Japanese Patent Application Laid-Open No. 2004-242204

[Patent document 4] Japanese Patent Application Laid-Open No. 2006-197177.

[Non-patent document 1] G. Lu, B. Krishnamachari and C. S. Raghavendra, "Performance evaluation of the IEEE 802.15.4 MAC for low-rate low power wireless networks," in Proceedings of the IEEE International Performance Computing and Communication Conference (IPCCC '04), Phoenix, AZ, Apr. 2004, pp. 701-706.

[Disclosure of the Invention]

[Problems to be Solved by the Invention]

【 0 0 1 0 】

In the network 7 shown in Fig. 10 according to the IEEE802.15.4 standards, slots of the CFP for integrating a data flow transmitted from each ED 72 are predetermined and fixed for the ED 72. At the time a plurality of EDs 72 simultaneously transmit data to the NC 71, one ED 72 may have no data to be transmitted while another ED 72 transmits data at a very high rate. In this case, the above-described conventional approaches need to always secure slots, which are not used, for the one ED 72, and the empty slots cannot be used for a vast amount of data transmitted from the another ED 72, thus wasting slots. In addition, the slots of the CFP cannot be secured for data to be transmitted from the another ED 72, which brings about a problem that packets should be dropped.

【 0 0 1 1 】

The IEEE802.15.4 standards has proposed schemes of reducing the packet dropping rate (e.g., see non-patent document 1.). However, those schemes each need to significantly modify the specification of the ED and eventually the specification of the overall system, and thus have a difficulty in their adaptation to systems which are currently in operation.

【 0 0 1 2 】

Further, the conventional superframe structure has a CAP, CFP and inactive period following a beacon, which brings about a problem that consumed power cannot be reduced until the end of the CFP in the frame. In the case where, for example, an ED 72 is mounted in a human body to detect information on an internal organ in real time over the network 7, particularly, it is necessary to reduce the consumed power of the ED 72 as much as possible. In applying the system as a medical communication system, therefore, there is a strong demand of, particularly, lowering power consumption in the ED 72.

【 0 0 1 3 】

Accordingly, the present invention has been made in view of the above-mentioned problems and it is an object of the present invention to provide a wireless packet communication method and system that can reduce the packet dropping rate to ensure lower power consumption by efficiently using slots of a CFP.

[Means for Solving the Problems]

【 0 0 1 4 】

To solve the problems described above, a wireless packet communication method of executing wireless packet communication among a plurality of wireless terminals and a wireless base station according to the invention comprises a data information notification step of pre-notifying the wireless base station of data information on data to be transmitted by each of the wireless terminals, an assignment step of causing the wireless base station to adjust numbers of slots of a CFP (Contention Free Period) and an inactive period in a frame having the CFP, a CAP (Contention Access Period) and the inactive period following a beacon, and assign slots constituting the CFP for each scheduled data flow to be transmitted from the each of the wireless terminals, based on the data information received in the data information notification step, an SRL update step of writing the slots constituting the CFP for each scheduled data flow and assigned in the assignment step in an SRL (Slot Reservation List) to thereby update the SRL, a slot notification step of causing the wireless base station to notify each of the wireless terminals of the slots of the CFP assigned to the each of the wireless terminals by means of the beacon by referring to the SRL updated in the SRL update step, and a data transmission step of causing each of the wireless terminals to transmit data to the wireless base station for the slots of the CFP notified in the slot notification step.

【 0 0 1 5 】

To solve the problems described above, a wireless packet communication system for executing wireless packet communication among a plurality of wireless terminals and a wireless base station according to the invention comprises wireless terminals each of which pre-notifies the wireless base station of data information on data to be transmitted, and a wireless base station having assignment means which adjusts numbers of slots of a CFP (Contention Free Period) and an inactive period in a frame having the CFP, a CAP (Contention Access Period) and the inactive period following a beacon, and assigns slots

constituting the CFP for each scheduled data flow to be transmitted from the each of the wireless terminals, based on the data information received from each of the wireless terminals, an SRL (Slot Reservation List) update means which writes the slots constituting the CFP for each scheduled data flow and assigned by the assignment means in an SRL to thereby update the SRL, and a slot notification means which notifies each of the wireless terminals of the slots of the CFP assigned to the each of the wireless terminals by means of the beacon by referring to the SRL updated by the SRL update means, wherein each of the wireless terminals transmits data to the wireless base station for the slots of the CFP notified by the slot notification means in the wireless base station.

[Effect of the Invention]

【 0 0 1 6 】

The present invention with the above configuration can suppress the packet dropping rate lower and can thus suppress average consumed power lower.

[Best Mode for Carrying Out the Invention]

【 0 0 1 7 】

A wireless packet communication method and system which are adapted to a wireless personal area environment based on the IEEE802.15.4 standards as the best mode of carrying out the present invention will be described below in detail referring to the accompanying drawings.

【 0 0 1 8 】

A wireless packet communication system 1 to which the present invention is adapted has a plurality of wireless terminals 2 and a wireless base station 3 which performs the general control of the network as shown in Fig. 1, for example. The wireless packet communication system 1 is a low-rate WPAN (Wireless Personal Area Network) based on the IEEE802.15.4 standards. The wireless packet communication system 1 is not limited to a star type as shown in Fig. 1, and may be adapted to any network mode, such as a tree type or mesh type.

【 0 0 1 9 】

In the wireless packet communication system 1, a wireless terminal 2 may be implanted in, for example, a human body, or may be mounted on a human body. Then, a wireless base station 3 may be provided outside the human body. In this case, the wireless terminal 2 images the interior of the human body, or senses various kinds of information in the human body, and transmits acquired data to the wireless base station 3 outside the human body. The wireless base station 3 receives and analyzes the data to detect an abnormality of the human body.

【 0 0 2 0 】

The wireless terminal 2 can execute wireless packet communication with the wireless base station 3 in at least the WPAN, and can also execute wireless packet communication with another wireless terminal 2 via the wireless base station 3. The following description will be given of a case where packet data is radio-transmitted from the wireless terminal 2 to the wireless base station 3. When the wireless terminal 2 is implanted in a human body, it is configured by a very small chip.

【 0 0 2 1 】

The wireless base station 3 may have a configuration similar to the configurations of the aforementioned portable information terminals. The wireless base station 3 serves as a coordinator. The wireless base station 3 also serves to acquire beacons transmitted from the wireless terminals 2 and

synchronize the wireless terminal 2 with one another to connect the wireless terminals 2 to the WPAN.

【 0 0 2 2 】

The wireless packet communication system 1 to which the present invention is adapted uses a so-called superframe structure using beacons 21 as shown in Fig. 2(a), for example. The superframe has a CFP (Contention Free Period) 22, a CAP (Contention Access Period) 23, and an inactive period 24 following a beacon 21. Further, the time between two beacons 21 is divided into a predetermined number of slots regardless of the cycle of the superframe. In the superframe, the CFP (Contention Free Period) 22 in which only a specific wireless terminal 2 is exclusively accessible precedes the CAP 23, and the inactive period 24 in which the access of every wireless terminal 2 is inhibited follows the CAP 22.

【 0 0 2 3 】

It is to be noted that in the superframe structure, the numbers of slots constituting the CFP 22 and the inactive period 24 are variable, while the number of slots constituting the CAP 23 is fixed. The number of slots constituting one frame is also fixed, so that if the number of slots of the CFP 22 is increased, the number of slots of the inactive period 24 should be decreased accordingly, whereas if the number of slots of the CFP 22 is decreased, the number of slots of the inactive period 24 should be increased accordingly.

【 0 0 2 4 】

Next, the operation of the wireless packet communication system 1 to which the present invention is adapted will be described in detail referring to Fig. 3. In the example of Fig. 3, two wireless terminals 2a, 2b each transmit data to a single wireless base station 3.

【 0 0 2 5 】

First, in step S11, each wireless terminal 2a, 2b notifies the wireless base station 3 of data information. The data information to be notified in step S11 is data information on data to be transmitted from each wireless terminal 2a, 2b. When the wireless terminal 2a is about to transmit data to the wireless base station 3, for example, the wireless terminal 2a notifies a data cycle and a data rate as data information on the data to be transmitted. Likewise, the wireless terminal 2b notifies the data cycle and data rate of data to be transmitted as data information. The data rate or the like of data to be transmitted often differs between the wireless terminal 2a and the wireless terminal 2b. In step S11, however, the wireless base station 3 which has received the data information can previously acquire various kinds of information including the data rates of data to be transmitted from the wireless terminal 2a and the wireless terminal 2b. The timings of transmitting data information from the wireless terminals 2a, 2b are not limited to the same timing, and may have a slight interval therebetween.

【 0 0 2 6 】

Next, the flow proceeds to step S12 where the wireless base station 3 assigns slots. The assignment of slots in the step S12 is executed based on the data information received by the wireless base station 3 in step S11.

【 0 0 2 7 】

The assignment of slots in the step S12 is carried out by first adjusting the number of slots constituting each of the CFP 22 and the inactive period 24 in the superframe structure. When there is a large amount of data to be

inserted in the CFP 22, for example, the number of slots constituting the CFP 22 is increased as shown in Fig. 2(b). Then, the number of slots of the inactive period 24 is decreased by the increased number of slots in the CFP 22. When the amount of data to be inserted in the CFP 22 becomes smaller, on the other hand, the number of slots constituting the CFP 22 is decreased. Then, the number of slots of the inactive period 24 is increased by the decreased number of slots in the CFP 22.

**【 0 0 2 8 】**

According to the present invention, therefore, when there is a large amount of data to be inserted in the CFP 22, the data insertion can be done within one frame, not over a plurality of frames, by increasing the number of slots constituting the CFP 22, so that the slots constituting a frame can be used efficiently. When there is a small amount of data to be inserted in the CFP 22, on the other hand, power can be set OFF in the CAP 23 and inactive period 24 following the CFP 22 by decreasing the number of slots constituting the CFP 22, thus reducing consumed power. That is, consumed power can be reduced by increasing the ratio of the slots constituting the CAP 23 to the slots constituting the inactive period 24 when the amount of data to be received is likely to become smaller.

**【 0 0 2 9 】**

In the step S12, after the adjustment of the numbers of the slots constituting the CFP 22 and the inactive period 24, the slots constituting the CFP 22 are assigned for each scheduled data flow to be transmitted from each wireless terminal 2a, 2b. Suppose that scheduled transmission of data flows F1 to F4 from the wireless terminal 2a, 2b as shown in Fig. 4, for example, can be identified based on the received data information. Fig. 4 shows an example in this case where the flows F1 to F4 are formed in a  $j$ th frame located between a  $(j-1)$ th frame and a  $(j+1)$ th frame in the order of the flow F2, flow F1, flow F4 and flow F3.

**【 0 0 3 0 】**

In step S12, each of the slots of the CFP 22 is assigned beforehand to insert those data flows in the frame. At this time, it is identified based on the data information that a total of 49 slots are needed for the slots of the CFP 22 for the flows F1 to F4. First, to secure 49 slots as the slots of the CFP 22, the numbers of the slots of the CFP 22 and the inactive period 24 are adjusted. In the diagram, numbers given under the  $j$ th frame are slot numbers. The slot Nos. 1 to 5 are assigned to the beacon 21. Accordingly, the slot Nos. 6 to 53 are assigned to the CFP 22. Next, for the CFP 22, the slot Nos. 6 to 13 are assigned to the flow F2, the slot Nos. 14 to 29 are assigned to the flow F1, the slot Nos. 30 to 45 are assigned to the flow F4, and the slot Nos. 46 to 53 are assigned to the flow F3.

**【 0 0 3 1 】**

Information on the amount of data in each of the flows F1 to F4 is described in the data information transmitted in the step S11. It is therefore possible to determine how many slots of the CFP 22 should be assigned to each of the flows F1 to F4 by acquiring the amount of data from the data information for each of the flows F1 to F4. This makes it possible to assign the slots of the CFP 22 according to the amount of data for each of the flows F1 to F4 as mentioned above.

**【 0 0 3 2 】**

Then, the flow proceeds to step S13 where the wireless base station 3 writes information in an SRL (Slot Reservation List). The SRL is recorded on a recording medium, such as a hard disk or memory, which is installed in the wireless base station 3, for example, and information written in the SRL can be read out by accessing to the recording medium where the SRL is recorded, as needed.

【 0 0 3 3 】

Fig. 5 shows an example where assignment of slots is actually written in the SRL in step S13. In case of the  $j$ th frame, slot assignment is written in the order of the flow F2, flow F1, flow F4 and flow F3 from above, with NS and NL described for each of the flows F1 to F4.

【 0 0 3 4 】

The NS indicates the number of the slot where data writing is started, and the NL indicates the number of slots needed to write data for each flow. The wireless base station 3 updates the SRL by writing information therein as needed. Writing of information in the SRL means reservation of slots for data to be transmitted from the wireless terminal 3 thereafter.

【 0 0 3 5 】

It is to be noted that slots are reserved frame by frame. Suppose that, as shown in Fig. 6, for example, data packets from the wireless terminal 2 are to be transmitted at a timing  $d_{k(i-1)}$ , a timing  $d_{ki}$ , a timing  $d_{k(i+1)}$ , and a timing  $d_{k(i+2)}$ , and the length of one frame is  $T_F$ . It is also assumed that the  $j$ th frame designated by  $TD_{ki}$  is assigned to current data to be transmitted at the timing  $d_{ki}$ , and the  $(j+1)$ th frame designated by  $RD_{ki}$  is assigned to next data to be transmitted at the timing  $d_{k(i+1)}$ .

【 0 0 3 6 】

In this case, according to the present invention, adjustment of the number of slots of the CFP 22 and assignment of the slots constituting the CFP 22 for each scheduled data flow to be transmitted from each wireless terminal 2 are executed for next data to be transmitted in addition to data currently transmitted. That is, securing slots is reserved not only for the  $j$ th frame designated by  $TD_{ki}$  but also for the  $(j+1)$ th frame designated by  $RD_{ki}$  for next data. Then, information for the reserved slots is written in the SRL.

【 0 0 3 7 】

When current data to be transmitted becomes data to be transmitted at the timing  $d_{ki+1}$ , it is the  $(j+1)$ th frame which is designated by  $TD_{ki+1}$ , and it is the  $(j+2)$ th frame which is designated by  $RD_{ki+1}$ . The  $(j+2)$ th frame is the frame that will be assigned at the time of next data transmission, and its slots should be reserved beforehand. Two slot reservations for the current data transmission and the next data transmission are carried out in this manner while shifting  $TD_k$  and  $RD_k$  to subsequent frames in order, and the SRL is updated every time.

【 0 0 3 8 】

Next, the flow proceeds to step S14 where the slots of the CFP 22 assigned for each of the wireless terminals 2a, 2b in the step S13 are notified to each wireless terminal 2a, 2b by the wireless base station 3 by means of the beacon 21. At this time, the wireless base station 3 refers to the updated SRL to read information on the slots written therein, and transmits the information to the wireless terminal 2a, 2b. The wireless base station 3 need not transmit information on all the slots described in the SRL to each wireless terminal 2a,

2b, but has only to notify each wireless terminal 2a, 2b of slots for a data flow scheduled to be transmitted from each wireless terminal 2a, 2b. In the case where the flows F1 and F2 in the flows F1 to F4 are scheduled to be transmitted from the wireless terminal 2a, and the flows F3 and F4 are scheduled to be transmitted from the wireless terminal 2b, information on the slots assigned to the flows F1 and F2 is transmitted to the wireless terminal 2a, while information on the slots assigned to the flows F3 and F4 is transmitted to the wireless terminal 2b.

【 0 0 3 9 】

Next, the flow proceeds to step S15 where each wireless terminal 2a, 2b transmits data to the wireless base station 3 for the slots of the CFP 22 notified in step S14. This can allow the wireless base station 3 to insert the data from each wireless terminal 2a, 2b in each slot reserved beforehand.

【 0 0 4 0 】

The wireless packet communication method to which the present invention is adapted can have advantages to be discussed below.

【 0 0 4 1 】

Fig. 7 shows the result of simulation of the packet dropping rate vs. the number N of wireless terminals 2. In Fig. 7, DC indicates a duty cycle (=1, 0.5), with the conventional packet dropping rate according to the specification of IEEE802.15.4 being shown in addition to the packet dropping rate according to the present invention by way of comparison.

【 0 0 4 2 】

In either case, as the number N of wireless terminals 2 increased, the packet dropping rate increased. In addition, the present invention had a lower packet dropping rate than that of the conventional specification. In case of a large number N of wireless terminals 2, particularly, the difference between the packet dropping rate of the present invention and that of the conventional specification tended to become much larger. There was a tendency that the packet dropping rate would increase as the DC decreased.

【 0 0 4 3 】

According to the present invention, as the slot assignment in step S12 is carried out, unused slots can be assigned to another wireless terminal 2 which wants to transmit another data, thus making it possible to prevent packets from being dropped as a result of slots unsecured.

【 0 0 4 4 】

Fig. 8 shows the result of simulation of an average delay time (ms) vs. the number N of wireless terminals 2. In Fig. 8, "Request" represents transmission of data information in step S11, and "Data" represents data transmission in step S15. In either case, as the number N of wireless terminals 2 increased, the average delay time increased. It is to be noted that according to the present invention, the addition of the steps S11 to S14 to the conventional example increased the processing time, which resulted in a slight increase in average delay time to the transmission of packets as compared with the average delay time according to the conventional specification.

【 0 0 4 5 】

Fig. 9 shows the relationship between the number N of wireless terminals 2 and the average consumed power. The average consumed power was acquired by performing simulation on both the wireless terminal 2 and the wireless base station 3. As the result of the simulation, the present invention showed a

tendency that the consumed power would become lower for the wireless terminal 2 and the wireless base station 3 as compared with the conventional example with DC=1. It is apparent that the consumed power particularly in the wireless terminal 2 could be reduced significantly as compared with the conventional example. This is because the structure having the CFP 22, CAP 23 and the inactive period 24 following the CFP 22 can allow power to be set OFF as mentioned above, and the wireless terminal 2 can likewise be powered OFF during the periods, thus lowering the consumed power. The present invention which can reduce the consumed power in the wireless terminal 2 is particularly suitable for a case, for example, where a wireless terminal 2 is mounted in a human body to detect information on internal organs in real time.

[Brief Description of the Drawings]

【 0 0 4 6 】

Fig. 1 is a diagram showing the system configuration of a wireless packet communication system to which the present invention is adapted.

Fig. 2 is a diagram showing a superframe structure.

Fig. 3 is a diagram illustrating the control flow of the wireless packet communication system to which the present invention is adapted.

Fig. 4 is a diagram showing an example where slots constituting a CFP are assigned for each scheduled data flow to be transmitted from each wireless terminal.

Fig. 5 is a diagram showing an example where slot assignment is written in an SRL.

Fig. 6 is a diagram for explaining a method of reserving slots by the wireless packet communication system to which the present invention is adapted.

Fig. 7 is a diagram showing the result of simulation of the packet dropping rate vs. the number N of wireless terminals.

Fig. 8 is a diagram showing the result of simulation of an average delay time (ms) vs. the number N of wireless terminals.

Fig. 9 is a diagram showing the relationship between the number N of wireless terminals and average consumed power.

Fig. 10 is a diagram showing a general wireless communication network compatible with the IEEE802.15.4 standards.

[Description of Reference Numerals]

【 0 0 4 7 】

- 1 wireless packet communication system
- 2 wireless terminal
- 3 wireless base station
- 21 beacon
- 22 CFP
- 23 CAP
- 24 inactive period

[claim 1] A wireless packet communication method of executing wireless packet communication among a plurality of wireless terminals and a wireless base station, the method comprising:

a data information notification step of pre-notifying the wireless base station of data information on data to be transmitted by each of the wireless terminals;

an assignment step of causing the wireless base station to adjust numbers of slots of a CFP (Contention Free Period) and an inactive period in a frame

having the CFP, a CAP (Contention Access Period) and the inactive period following a beacon, and assign slots constituting the CFP for each scheduled data flow to be transmitted from the each of the wireless terminals, based on the data information received in the data information notification step;

an SRL update step of writing the slots constituting the CFP for each scheduled data flow and assigned in the assignment step in an SRL (Slot Reservation List) to thereby update the SRL;

a slot notification step of causing the wireless base station to notify each of the wireless terminals of the slots of the CFP assigned to the each of the wireless terminals by means of the beacon by referring to the SRL updated in the SRL update step; and

a data transmission step of causing each of the wireless terminals to transmit data to the wireless base station for the slots of the CFP notified in the slot notification step.

[claim 2] The wireless packet communication method according to claim 1, wherein in the assignment step, adjustment of the number of slots of the CFP and assignment of the slots constituting the CFP for each scheduled data flow transmitted from each of the wireless terminals are executed for next data to be transmitted in addition to data currently transmitted, and

in the SRL update step, the SRL is updated by writing the number of the slots of the CFP adjusted in the assignment step and the slots constituting the CFP for each scheduled data flow in the SRL for the next data to be transmitted in addition to the data currently transmitted.

[claim 3] The wireless packet communication method according to claim 1 or 2, wherein in the data information notification step, a data cycle and a data rate are notified as the data information.

[claim 4] The wireless packet communication method according to any one of claims 1 to 3, wherein a protocol of the wireless packet communication conforms to standards of IEEE802.15.4.

[claim 5] A wireless packet communication system for executing wireless packet communication among a plurality of wireless terminals and a wireless base station, the system comprising:

wireless terminals each of which pre-notifies the wireless base station of data information on data to be transmitted; and

a wireless base station having assignment means which adjusts numbers of slots of a CFP (Contention Free Period) and an inactive period in a frame having the CFP, a CAP (Contention Access Period) and the inactive period following a beacon, and assigns slots constituting the CFP for each scheduled data flow to be transmitted from the each of the wireless terminals, based on the data information received from each of the wireless terminals, SRL (Slot Reservation List) update means which writes the slots constituting the CFP for each scheduled data flow and assigned by the assignment means in an SRL to thereby update the SRL, and slot notification means which notifies each of the wireless terminals of the slots of the CFP assigned to the each of the wireless terminals by means of the beacon by referring to the SRL updated by the SRL update means,

wherein each of the wireless terminals transmits data to the wireless base station for the slots of the CFP notified by the slot notification means in the wireless base station.

[claim 6] The wireless packet communication system according to claim 5, wherein the assignment means executes adjustment of the number of slots of the

CFP and assignment of the slots constituting the CFP for each scheduled data flow transmitted from each of the wireless terminals for next data to be transmitted in addition to data currently transmitted, and

the SRL update means updates the SRL by writing the number of the slots of the CFP adjusted in the assignment step and the slots constituting the CFP for each scheduled data flow in the SRL for the next data to be transmitted in addition to the data currently transmitted.

[claim 7] The wireless packet communication system according to claim 5 or 6, wherein each of the wireless terminals notifies a data cycle and a data rate as the data information.

[claim 8] The wireless packet communication system according to any one of claims 5 to 7, wherein a protocol of the wireless packet communication conforms to standards of IEEE802.15.4.

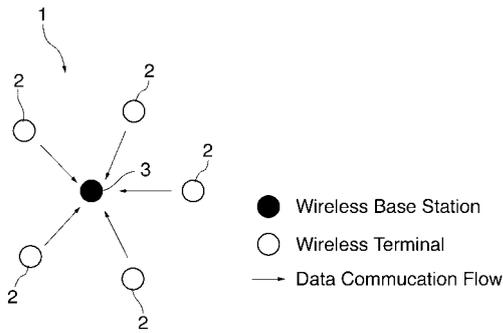
[Abstract]

[Object] A packet dropping rate can be reduced comparing with the standards of IEEE802.15.4.

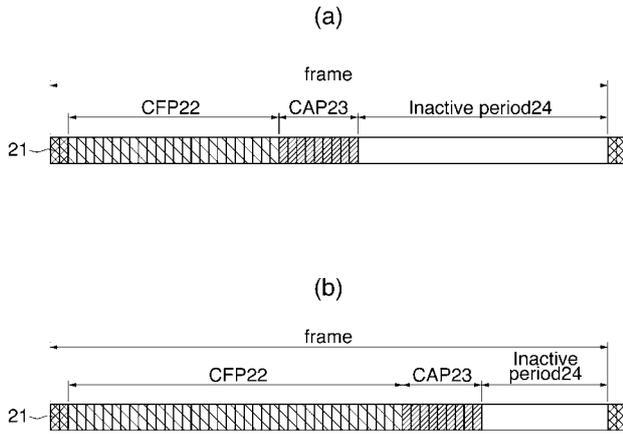
[Solution Means] Based on the data information received from each of the wireless terminals, the numbers of slots of a CFP 22 and an inactive period 24 in a frame having the CFP 22, a CAP 23 and the inactive period 24 following a beacon 21 are adjusted, and slots constituting the CFP 22 for each scheduled data flow to be transmitted from each wireless terminal 2 are assigned. An SRL is updated by writing the assigned slots constituting the CFP 22 for each scheduled data flow in the SRL, and each wireless terminal 2 is notified of the slots of the CFP assigned to each wireless terminal 2 by means of the beacon 21 by referring to the updated SRL.

[Selected Drawing] Fig. 3

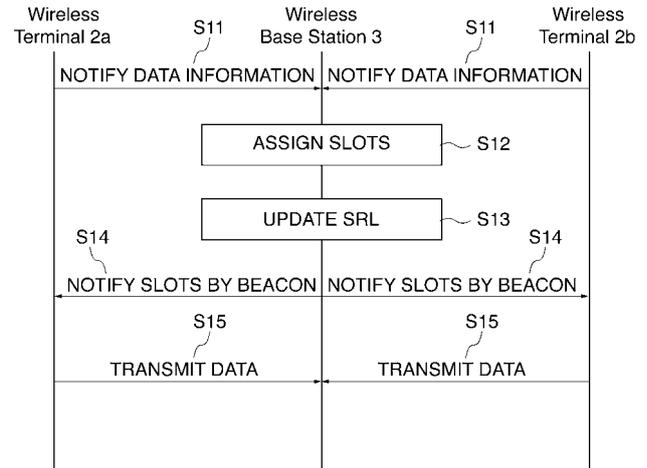
[Fig. 1]



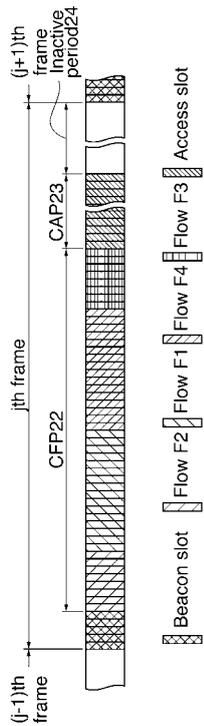
[Fig. 2]



[Fig. 3]



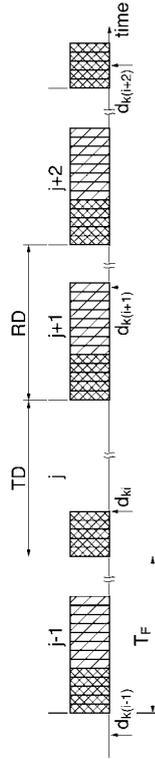
[Fig. 4]



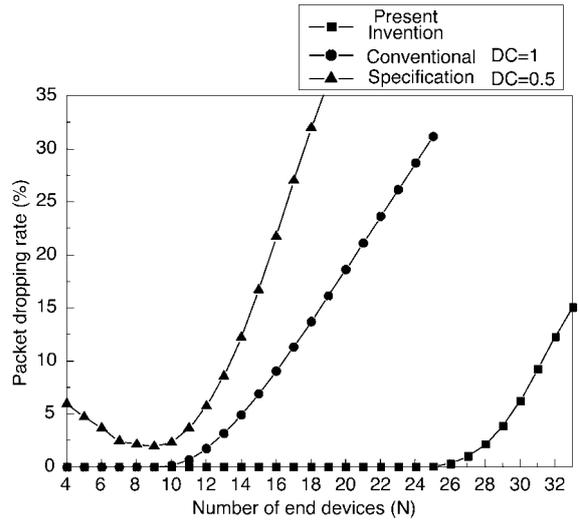
[Fig. 5]

frame	flow	NS	NL
...	...	...	...
j	2	6	8
	1	14	16
	4	30	16
...	3	46	8
	...	...	...

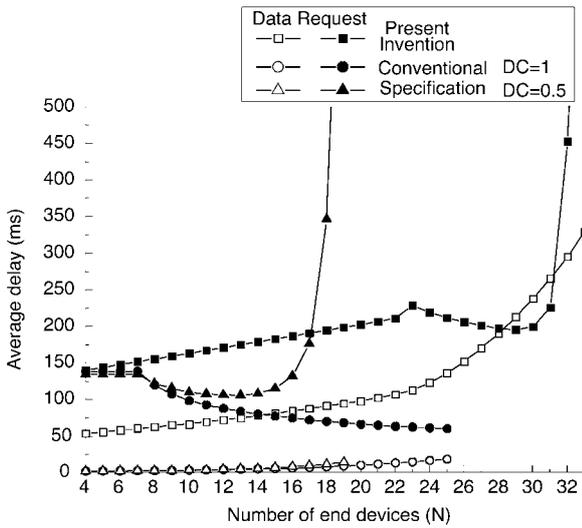
[Fig.6]



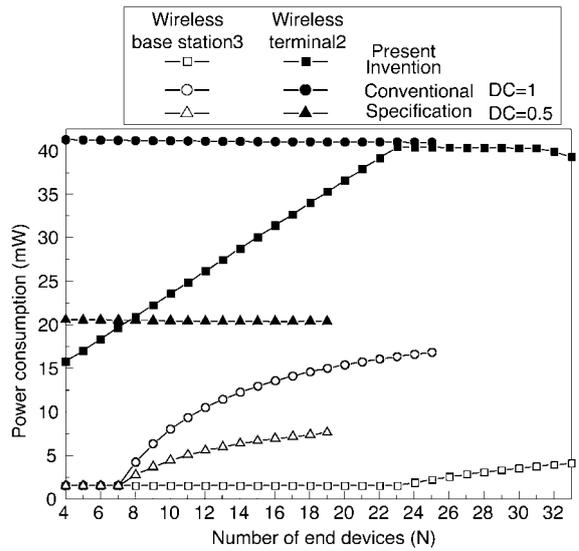
[Fig.7]



[Fig.8]



[Fig.9]



[Fig. 10]

