(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年5月11日(11.05.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/083958 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 52/02 (2009.01) *H04W 72/10* (2009.01)
H04W 4/04 (2009.01) *H04W 84/20* (2009.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/037015

(22) 国際出願日： 2017年10月12日(12.10.2017)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2016-216927 2016年11月7日(07.11.2016) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人情報通信研究機構 (**NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY**) [JP/JP]; 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ Tokyo (JP).

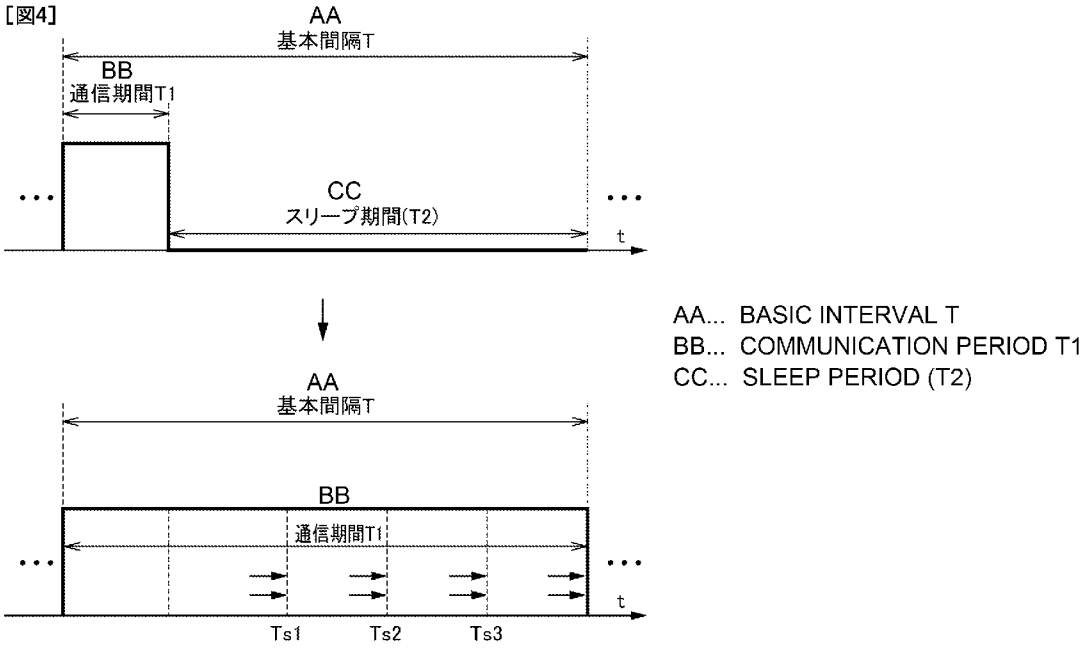
(72) 発明者: 児島 史秀 (**KOJIMA Fumihide**); 〒1848795 東京都小金井市貫井北町４－２－１ 国立研究開発法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 安彦 元 (**ABIKO Gen**); 〒1020073 東京都千代田区九段北１－５－１０ 九段クレストビル２階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** RADIO COMMUNICATION METHOD AND SYSTEM, AND RADIO COMMUNICATION PROGRAM

(54) 発明の名称： 無線通信方法及びシステム、無線通信プログラム



(57) **Abstract:** The objective of the present invention is to perform more rapid downlink data communication of urgent data from a collection control station to a node while maintaining the power-saving performance of an entire system. In a radio communication method of a tree-type network in which at least one node 3 is disposed with a CS2 as a root, and in which transmission and reception of data between the nodes 3 is performed in accordance with a periodic standby communication period specified by a higher level node 3, at least one node 3 is allocated in advance as a controlled

WO 2018/083958 A1

[続葉有]

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

terminal, and the CS2, the controlled terminal, and all the nodes 3 disposed on pathways thereof are identified as control support terminals. With regard at least to downlink data communication from the CS2 to the controlled terminal, control is performed to increase a time ratio of the communication period for the control support terminals.

(57) 要約:システム全体の省電力性は維持しつつ、収集制御局からノードに対して緊急性を要するデータをより迅速に下りデータ通信することを目的とする。ＣＳ２を根とした一以上のノード３が配置され、より上位のノー３ドにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード３間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおける無線通信方法において、少なくとも一のノード３を被制御端末として予め割り当てると共に、ＣＳ２及び被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノード３を制御支援端末として特定し、ＣＳ２から被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、制御支援端末における通信期間の時間割合を増大させるように制御する。

明　細　書

発明の名称 ： 無線通信方法及びシステム、無線通信プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおける無線通信方法及びシステム、無線通信プログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、ワイヤレスネットワークにおいて、小型で安価であり、かつ低出力のデジタル無線通信を行うことのできる、IEEE802.15.4の規格に準拠する通信デバイスが用いられている。IEEE802.15.4の規格に準拠するネットワークでは、図７に示すように、収集制御局であるＣＳ（Collection station）７１と、１つ以上のノード７２－１～７２－４とにより構成されたツリー型のトポロジが採用されている。 ツリー型トポロジでは、より下位のノード７２が、より上位のノード７２やＣＳ７１に向けて、必要に応じてデータをリレーすることが行われている（例えば、特許文献１、２参照。）。

[0003] 図８は、下位のノード７２－３、７２－４からのデータをＣＳ７１へ送信する場合におけるタイムチャートの例を示している。ＣＳ７１並びに各ノード７２は、それぞれ基本間隔（間欠待受周期）Ｔ内においてアクティブ期間（通信期間）Ｔ１と、スリープ期間Ｔ２とが割り当てられている。通信期間Ｔ１において無線通信を行うことが可能となり、スリープ期間Ｔ２においては受信側がスリープ状態に移行することで互いに無線通信を行うことができなくなる。あえて基本間隔Ｔ内においてスリープ期間Ｔ２を設けることにより消費電力を節減することができ、ひいてはシステム全体の使用電力を抑えること可能となる。

[0004] ノード７２－３からＣＳ７１に向けてデータを送信する場合には、ノード７２－３からノード７２－１を中継させてＣＳ７１の経路となる。かかる場

合には、ノード７２－３とこれよりも上位にあるノード７２－１との間では、上位のノード７２－１がマスター、下位のノード７２－３がスレーブの関係となる。同様にノード７２－１とＣＳ７１との間では、上位のノードとしてのＣＳ７１がマスター、下位のノード７２－１がスレーブの関係となる。このようなマスターとスレーブとの関係においてより上位のマスターが基本間隔Ｔにおける通信期間Ｔ１のタイミングを決定し、より下位のスレーブがこのマスター側において決定された通信期間Ｔ１のタイミングに合わせてデータを送信することとなる。

[0005] このような規則の下で、図８において先ずノード７２－３は、タイミングｔ９１において生成したデータＤ８１を、タイミングｔ９２において開始するマスターとしてのノード７２－１の通信期間Ｔ１に合わせて送信する。このデータＤ８１を受信したノード７２－１は、タイミングｔ９３において開始するマスターとしてのＣＳ７１の通信期間Ｔ１に合わせて当該データＤ８１を送信する。これによりＣＳ７１は、このデータＤ８１を自ら設定した通信期間Ｔ１内において受信することが可能となる。

[0006] 同様に、ノード７２－４からＣＳ７１に向けてデータを送信する場合には、ノード７２－４からノード７２－１を中継させてＣＳ７１の経路となる。ノード７２－４は、タイミングｔ９４において生成したデータＤ８２を、タイミングｔ９５において開始するマスターとしてのノード７２－１の通信期間Ｔ１に合わせて送信する。このデータＤ８２を受信したノード７２－１は、タイミングｔ９６において開始するマスターとしてのＣＳ７１の通信期間Ｔ１に合わせて当該データＤ８２を送信する。これによりＣＳ７１は、このデータＤ８２を自ら設定した通信期間Ｔ１内において受信することが可能となる。

[0007] ＣＳ７１は、上述した無線通信の処理動作方法に基づいて、ツリー型ネットワークにおける各ノード７２からのデータを全て収集することが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２０１５－１９８３３３号公報

特許文献2：特開２０１４－２３０８５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ところで、上述した従来のツリー型トポロジでは、ノード７２がセンサ等のように各種データをセンシングし、これをＣＳ７１において収集する場合には、特に一刻一秒を争う緊急性の高いデータではない場合が殆どであるため、上述したようにより上位のノード７２やＣＳ７１によって定義される周期的な待ち受け用の通信期間Ｔ１に合わせてデータを送信することで特段問題が生じることは無い。

[0010] 一方、ノード７２が例えばアクチュエータとしての役割を担う場合、即ちバルブを停止させる制御を行ったり、ガス管を閉める制御を行うためのいわゆる制御系が加わるものである場合には、ＣＳ７１からかかる制御系のノード７２に対してこれを制御するための制御系データを下りデータ通信する場合がある。この下りデータ通信においても基本的にはより上位のノードにより決められた通信期間Ｔ１に合わせて制御系のデータが下りデータ通信されることとなる。仮にＣＳ７１からノード７２－４に対して制御系のデータＤ８３を下り通信する場合、ＣＳ７１は、ｔ９７のタイミングにおいて生成したデータＤ８３をタイミングｔ９３において開始する通信期間Ｔ１に合わせてノード７２－１へ送信する。またこのデータＤ８３を受信したノード７２－１は、自ら設定したｔ９５のタイミングにおいて開始する通信期間Ｔ１に合わせてデータＤ８３をノード７２－４に対して送信することとなる。

[0011] しかしながら、この制御系のデータＤ８３は、時には緊急でバルブを停止したり、緊急でガス管を止める制御が求められる場合もあり、いわゆる緊急性を要するデータＤ８３をノード７２に送信しなければならない場合もある。かかる場合には、上述のように、より上位のマスターとしてのノード７２やＣＳ７１により決められた周期的な待ち受け用の通信期間Ｔ１に合わせて

データを送信すると、少なくともスリープ期間Ｔ２はデータの送信を待機しなければならず、当該データＤ８３が所望のノード７２に到達するまでに時間を要してしまう。データＤ８３が緊急性の高いものであるほど、深刻な制御遅延を引き起こしてしまうこととなる。

[0012] このため、システム全体の省電力性は維持しつつ、ＣＳ７１からノード７２に対して緊急性を要するデータＤ８３をより迅速に下りデータ通信することにより、遅延制御に陥るのを防止することが可能な無線通信方法が従来から望まれていた。

[0013] 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、収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおいて、システム全体の省電力性は維持しつつ、収集制御局からノードに対して緊急性を要するデータをより迅速に下りデータ通信することが可能な無線通信方法及びシステム、無線通信プログラムに関するものである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明者らは、上述した問題点を解決するために、収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおいて、少なくとも一のノードを被制御端末として予め割り当てると共に、収集制御局及び被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードを制御支援端末として特定し、収集制御局から被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、被制御端末における通信期間の時間割合を増大させるように制御する無線通信方法及びシステム、無線通信プログラムを発明した。

[0015] 請求項１に記載の無線通信方法は、 収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにお

ける無線通信方法において、少なくとも一のノードを被制御端末として予め割り当てると共に、上記収集制御局及び上記被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードを制御支援端末として特定し、上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、上記被制御端末における上記通信期間の時間割合を増大させるように制御することを特徴とする。

[0016] 請求項２記載の無線通信方法は、請求項１記載の発明において、上記通信期間の時間割合の増大量を上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信における許容遅延時間に基づいて決定することを特徴とする。

[0017] 請求項３記載の無線通信方法は、請求項１又は２記載の発明において、上記通信期間の時間割合の増大量を上記収集制御局から被制御端末間のノード数に応じて決定することを特徴とする。

[0018] 請求項４記載の無線通信方法は、請求項１～３のうち何れか１項記載の発明において、上記被制御端末から上記収集制御局に向けて緊急の上りデータ通信を行う場合には、上記時間割合を増大させた通信期間を使用することを特徴とする。

[0019] 請求項５記載の無線通信システムは、収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型の無線通信システムにおいて、少なくとも一のノードが被制御端末として予め割り当てられた場合には、上記収集制御局及び上記被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードは、制御支援端末として特定され、上記被制御端末は、上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、上記通信期間の時間割合を増大させるように制御されることを特徴とする。

[0020] 請求項６記載の無線通信プログラムは、 収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の

通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおける無線通信プログラムにおいて、少なくとも一のノードを被制御端末として予め割り当てると共に、上記収集制御局及び上記被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードを制御支援端末として特定し、上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、上記被制御端末における上記通信期間の時間割合を増大させるように制御することをコンピュータに実行させることを特徴とする。

発明の効果

[0021] 上述した構成からなる本発明によれば、収集制御局から被制御端末に対してデータをより迅速に下りデータ通信することが可能となる。仮に下りデータ通信するデータが緊急性を要するものである場合においても、スリープ期間が経過するまで待機すること無く当該データを被制御端末としてのノードに送信することが可能となり、当該データに基づいて行われるノードにおける各種制御が迅速に実行させることとなる。その結果、収集制御局から被制御端末としてのノードへの緊急用のデータの送信が遅れることによる深刻な制御遅延を引き起こしてしまうことを防止することができる。

[0022] このとき、急性を要する制御用のデータを送る必要があるノードは、全体のノード数の中で僅かに過ぎない。従って、全ノード数に対する、制御支援端末の割合は、非常に小さいものとなる。このような制御支援端末のみ通信期間の時間割合を増大させ、それ以外のノードについては従来と同様に通信期間の時間割合を増大させることなくスリープ期間を長く取ることにより、無線通信システム全体の消費電力はそれほど上昇することなく、同様に省電力性は維持し続けることが可能となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明が適用される無線通信システムの例を示す模式図である。

[図2]一のノードを被制御端末として割り当てた場合における制御支援端末の特定例を示す図である。

[図3]制御支援端末以外のノード間の上りデータ通信時のタイムチャートであ

る。

[図4]基本間隔内において通信期間の時間割合を増大させ、その分においてスリープ期間を短縮する例を示す図である。

[図5]収集制御局からあるノードに対して緊急用の制御データを送信する場合におけるタイムチャートである。

[図6]被制御端末のノードから収集制御局に向けて非常に緊急の上りデータ通信を行う場合におけるタイムチャートである。

[図7]IEEE802.15.4の規格に準拠するネットワークの例を示す図である。

[図8]従来技術の問題点について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施の形態としての無線通信方法について詳細に説明する。 図１は、本発明が適用される無線通信システム１の例を示す模式図である。無線通信システム１は、無線通信端末として、収集制御局（Collection Station：以下ＣＳという。）２を根としたノード３－１、３－２、３－３、３－４とを備え、いわゆるツリー型のトポロジが採用されている。 この無線通信システム１では、より下位のノード３が、より上位のノード３やＣＳ２に向けて上りデータ通信を行う。また無線通信システム１では、より上位のノード３やＣＳ２が、より下位のノード３に向けて下りデータ通信する。

[0025] ＣＳ２は、最上位のマスターデバイスであり、各ノード３－１～３－４から上りデータ通信により送信されてくるデータを収集する。また、ＣＳ２は、この無線通信システム１全体を制御するための中央制御部としての役割も担い、ある特定のノード３に対して制御系のデータを下りデータ通信する。

[0026] ノード３は、データの発信や中継等を始めとしたデータの送受信を行うことが可能なデバイスの総称であり、例えばIEEE802.15.4の規格に準拠する通信デバイスである。ノード３は、所定のデータをセンシングしてこれを無線により送信するセンサとして具現化されるものもあれば、例えば携帯電話、スマートフォン、タブレット型端末、ウェアラブル端末、ノート型のパーソナルコンピュータ（ＰＣ）等のような無線通信が可能な端末装置として具現

化されるものであってもよい。またこのノード３はアクチュエータのような制御系を含むものであってもよい。かかる場合には、例えばバルブを停止する制御を行ったり、ロボットの制御を行ったり、ガスを停止するための制御を行うことを可能とするデバイスとして具現化される。ノード３が制御系を含むアクチュエータ等として具現化されるものであれば、ＣＳ２から他のノード３を介して下りデータ通信されてくる制御用のデータに基づき、各種制御動作を実行していくこととなる。

[0027] 本実施の形態においては、図１に示す無線通信システム１に示すように、ＣＳ２の下に４つのノード３－１、３－２、３－３、３－４、３－５が配置されている場合を例にとり説明をするが、これに限定されるものではない。即ち、ＣＳ２の下位リンクに配置されるノード３は、ＣＳ２にデータを収集させるものであれば、いかなる枝分かれのパターンで構成されるツリー構造とされていてもよく、また１以上のいかなるノード数で構成されていてもよい。

[0028] 本発明を適用した無線通信システム１では、これらノード３のうち、少なくとも一のノード３を被制御端末として割り当てる。この被制御端末とは、ノード３のうち、制御系を含むアクチュエータ等として具現化されるものであり、かつ緊急性を要する制御用データがＣＳ２から送信される可能性のあるノードとする。ここでいう緊急性を要する制御用データとは、緊急でバルブを停止するための制御データや、緊急でガス管を止めるための制御データである。

[0029] この被制御端末の割り当ては、無線通信システム１の管理者やユーザ等が予め人為的に行うようにしてもよいし、各ノード３から送られてくる情報に基づいてＣＳ２側において被制御端末として自動的に特定するようにしてもよい。かかる場合には、緊急性を要するケースを予め類型化しておき、ノード３から送られてくる情報が緊急性を要するケースに含まれるものであれば、これを被制御端末として特定するようにしてもよい。これ以外には、ノード３から送られてくる情報に基づいて被制御端末であるか否かを判別するよ

うにしてもよい。例えばＣＳ２があるノード３から受信した信号がロボットから送られてくる特有の信号等であることを識別した場合、緊急性を要する制御用データを送付する可能性があることを識別し、これを被制御端末として割り当てるようにしてもよい。

[0030] 無線通信システム１では、ＣＳ２及び被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードを制御支援端末として特定する。図２に示す例ではノード３－４を被制御端末として割り当てた場合、ＣＳ２、ノード３－１、ノード３－４を制御支援端末として特定されることとなる。本発明においては、この制御支援端末間の無線通信と、それ以外の経路間の無線通信との間で、通信の方式が互いに異なる。

[0031] 図３は、制御支援端末以外のノード３間として、ノード３－５からノード３－２を中継させてＣＳ２へデータを上りデータ通信する場合におけるタイムチャートを示している。ＣＳ２並びに各ノード３－２、３－５は、それぞれ基本間隔（間欠待受周期）Ｔ内においてアクティブ期間（通信期間）Ｔ１と、スリープ期間Ｔ２とが割り当てられている。通信期間Ｔ１において無線通信を行うことが可能となり、スリープ期間Ｔ２においては受信側がスリープ状態に移行することで互いに無線通信を行うことができなくなる。あえて基本間隔Ｔ内においてスリープ期間Ｔ２を設けることにより消費電力を節減することができ、ひいてはシステム全体の使用電力を抑えること可能となる。

[0032] ノード３－５からＣＳ７１に向けてデータを送信する場合には、ノード３－５とこれよりも上位にあるノード３－２との間では、上位のノード３－２がマスター、下位のノード３－５がスレーブの関係となる。同様にノード３－２とＣＳ２との間では、上位のノードとしてのＣＳ２がマスター、下位のノード３－２がスレーブの関係となる。このようなマスターとスレーブとの関係においてより上位のマスターが基本間隔Ｔにおける通信期間Ｔ１のタイミングを決定し、より下位のスレーブがこのマスター側において決定された通信期間Ｔ１のタイミングに合わせてデータを送信することとなる。

[0033] このような規則の下で、図３に示すように先ずノード３－５は、タイミングｔ１１において生成したデータＤ２１を、マスターとしてのノード３－２のタイミングｔ１２において開始する通信期間Ｔ１に合わせて送信する。このデータＤ２１を受信したノード３－２は、タイミングｔ１３において開始するマスターとしてのＣＳ２の通信期間Ｔ１に合わせて当該データＤ２１を送信する。これによりＣＳ２は、このデータＤ２１を自ら設定した通信期間Ｔ１内において受信することが可能となる。

[0034] これに対して、制御支援端末（ＣＳ２、ノード３－１、ノード３－４）については、図４に示すように基本間隔Ｔ内において通信期間Ｔ１の時間割合を増大させ、その分においてスリープ期間を短縮する。この通信期間の増大量はいかなるものであってもよいが、図４に示すように基本間隔Ｔ全てを通信期間Ｔ１に割り当ててスリープ期間を０にしてもよい。また図４に示すように通信期間Ｔ１を終点Ｔｓ１～Ｔｓ３等に設定することで基本間隔Ｔよりも短くするようにしてもよい。かかる場合には終点Ｔｓ１～Ｔｓ３がスリープ期間の始点となる。

[0035] ここでＣＳ２からノード３－４に対して制御データを送信する場合には、この制御支援端末であるＣＳ２からノード３－１を介してノード３－４へこれを送信することとなるが、これら制御支援端末（ＣＳ２、ノード３－１、ノード３－４）については図５のタイムチャートに示すように基本間隔全てを通信期間に割り当ててスリープ期間を０にする場合を例に取り説明をする。このようにアクティブな通信期間の時間割合を増大させた状態で、ＣＳ２からノード３－４に対して制御用のデータＤ２２を下りデータ通信する。

[0036] ＣＳ２はタイミングｔ１４においてこのデータＤ２２を生成し、これをノード３－１へ送信する。ノード３－１は基本間隔全てが通信期間に割り当てられているため、タイミングｔ１４においてデータＤ２２を受信することができ、同じタイミングｔ１４において当該データＤ２２をノード３－４へ送信することができる。ノード３－４も基本間隔全てが通信期間に割り当てられているため、データＤ２２をこのタイミングｔ１４において受信すること

ができる。

[0037] このため、本発明によれば、ＣＳ２からノード３－４に対してデータＤ２２をより迅速に下りデータ通信することが可能となる。仮にデータＤ２２が緊急性を要するものである場合においても、スリープ期間が経過するまで待機すること無くデータＤ２２を被制御端末としてのノード３－４に送信することが可能となり、当該データＤ２２に基づいて行われるノード３－４における各種制御が迅速に実行させることとなる。その結果、ＣＳ２から被制御端末としてのノード３－４へのデータＤ２２の送信が遅れることによる深刻な制御遅延を引き起こしてしまうことを防止することができる。

[0038] ちなみに、これら制御支援端末（ＣＳ２、ノード３－１、ノード３－４）間において、ノード３－４からＣＳ２に向けてデータＤ２３を上りデータ通信を行う場合には、この時間割合を増大させた通信期間を利用して行うようにしてもよい。また図５に示すようにＣＳ２、ノード３－１、ノード３－４が制御支援端末として特定されておらず、通信期間の時間割合を増大されていない場合を仮定し、マスター側から指定された通信期間に合わせてデータＤ２３を送信するようにしてもよい。かかる場合には、図５に示すようにタイミングｔ１５においてノード３－４が生成したデータＤ２３を、タイミングｔ１６において開始する通信期間においてノード３－１へ上りデータ通信する。そしてノード３－１は、ＣＳ２により指定されたタイミングｔ１７において開始する通信期間においてデータＤ２３を送信することとなる。

[0039] 特に緊急性を要する制御用のデータを送る必要があるノード３は、全体のノード数の中で僅かに過ぎない。従って、全ノード数に対する、制御支援端末の割合は、非常に小さいものとなる。このような制御支援端末のみ上述したように通信期間Ｔ１の時間割合を増大させ、それ以外のノード３については従来と同様に通信期間Ｔ１の時間割合を増大させることなくスリープ期間を長く取ることにより、無線通信システム１全体の消費電力はそれほど上昇することなく、同様に省電力性は維持し続けることが可能となる。

[0040] 従って本発明によれば、システム全体の省電力性は維持しつつ、ＣＳ２か

らノード３への緊急性を要するデータをより迅速に下りデータ通信することが可能となる。

[0041] なお本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではない。例えば図４に示す通信期間Ｔ１の増大量をＣＳ２から被制御端末のノード３へ送信するまでの許容遅延時間に基づいて決定するようにしてもよい。ここでいう許容遅延時間とは、ＣＳ２から被制御端末のノード３に緊急性を要する制御用のデータを送る上で許容される遅延時間である。この許容遅延時間は、例えばＣＳ２において制御用のデータを生成した時点を開始時として何秒以内等のように定義されるものであってもよい。無線通信システム１は、実際に制御支援端末の特定時において被制御端末から送信される情報に基づいて許容遅延時間を識別し、当該許容遅延時間に基づいて通信期間Ｔ１の増大量を決定するようにしてもよい。特に被制御端末が複数存在する場合には、それぞれから送信されてくる情報を把握し、当該被制御端末間において互いに増大量を異ならせるようにしてもよい。

[0042] ちなみに被制御端末における許容遅延時間は、当該被制御端末から取得した情報に基づいて設定するようにしてもよいが、予めＣＳ２側にユーザ又はシステム管理者を介して入力されるものであってもよい。また無線通信システム１が稼動後にＣＳ２が各ノード３に都度問合せをし、その応答に含まれるデータを識別することで許容遅延時間を算出するようにしてもよい。かかる場合には、ノード３から送られてくるデータが、制御系を有するアクチュエータ特有のデータか否かを先ず判別し、アクチュエータ特有のデータであればその詳細を分析する。例えば、ノード３がアクチュエータであってバルブを閉める制御を担うものであれば、そのバルブが閉まるまでの時間や、そのバルブが設けられた管体を流れる流体の流速、更にはその管体のサイズ等のデータを取得し、これに基づいて許容遅延時間を設定するようにしてもよい。かかる場合には、通信期間Ｔ１の時間割合の増大量は、許容遅延時間が長くなるにつれて短くなるように設定することが望ましい。

[0043] また無線通信システム１は、通信期間Ｔ１の時間割合の増大量を決定する

上で更にＣＳ２から被制御端末間のノード数に応じて決定するようにしてもよい。例えば図２の例では、ＣＳ２から被制御端末としてのノード３－４間のノード数は、１となる。このＣＳ２から被制御端末間のノード数が多くなるほど、ＣＳ２から被制御端末のノード３に緊急性を要するデータが到達するのが遅くなってしまう。逆にこのＣＳ２から被制御端末間のノード数が多くなるにつれて、この通信期間Ｔ１の時間割合の増大量を長くすることにより、被制御端末への緊急性を要する制御データの到達時間を速めることが可能となる。

[0044] 更に本発明によれば、図６に示すように、被制御端末のノード３からＣＳ２に向けて非常に緊急の上りデータ通信を行う場合には、時間割合が増大された通信期間を優先的に使用するようにしてもよい。例えば被制御端末としてのノード３－４がアクチュエータとしての制御機能を持つと共に、各種データを検出するセンシング機能を備えるものである場合において、例えば破裂音やノイズ、ネジの緩み等、故障に繋がる緊急用のデータが検出される場合がある。このような緊急用のデータがｔ１８において検出された場合には、ノード３－４は、これに基づくデータＤ２４を生成してノード３－１に送信する。ノード３－１は、係るデータＤ２４をＣＳ２へ上りデータ通信する。

[0045] 制御支援端末は、通信期間Ｔ１の時間割合が予め増大されていることから、仮に通信期間Ｔ１を基本間隔Ｔまで時間割合を増大させることにより、ｔ１８において生成された緊急用のデータＤ２４はスリープ期間において特に待機することなく即座にＣＳ２に送ることが可能となる。

符号の説明

[0046] １　無線通信システム

２　ＣＳ

３　ノード

請求の範囲

[請求項1] 収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおける無線通信方法において、

少なくとも一のノードを被制御端末として予め割り当てると共に、上記収集制御局及び上記被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードを制御支援端末として特定し、

上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、上記制御支援端末における上記通信期間の時間割合を増大させるように制御すること

を特徴とする無線通信方法。

[請求項2] 上記通信期間の時間割合の増大量を上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信における許容遅延時間に基づいて決定すること

を特徴とする請求項１記載の無線通信方法。

[請求項3] 上記通信期間の時間割合の増大量を上記収集制御局から被制御端末間のノード数に応じて決定すること

を特徴とする請求項１又は２記載の無線通信方法。

[請求項4] 上記被制御端末から上記収集制御局に向けて緊急の上りデータ通信を行う場合には、上記時間割合を増大させた通信期間を使用すること

を特徴とする請求項１～３のうち何れか１項記載の無線通信方法。

[請求項5] 収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型の無線通信システムにおいて、

少なくとも一のノードが被制御端末として予め割り当てられた場合には、上記収集制御局及び上記被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードは、制御支援端末として特定され、

上記制御支援端末は、上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、上記通信期間の時間割合を増大させるように制御されること

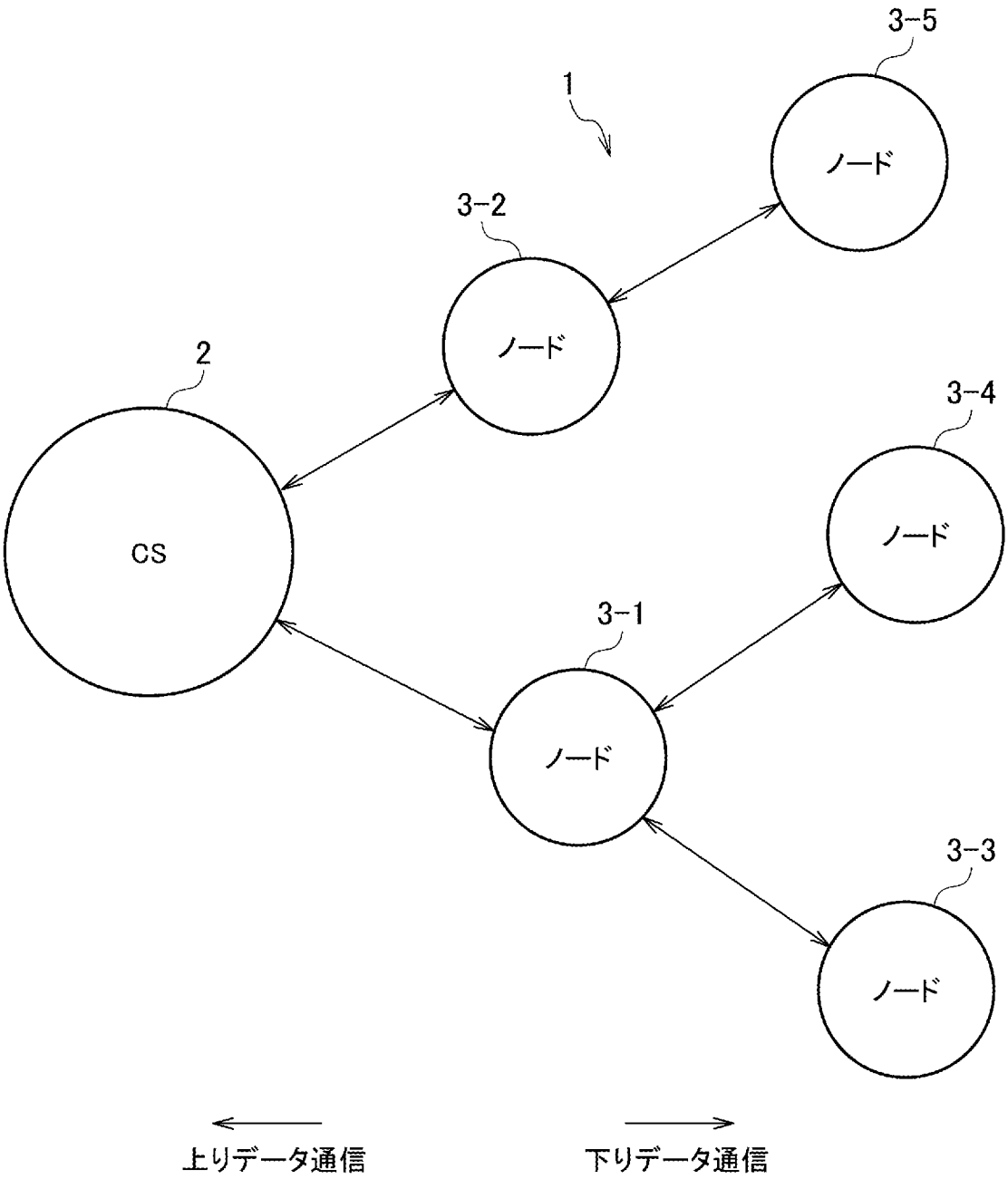
を特徴とする無線通信システム。

[請求項6] 収集制御局を根とした一以上のノードが配置され、より上位のノードにより指定された周期的な待ち受け用の通信期間に合わせてノード間のデータの送受信を行うツリー型ネットワークにおける無線通信プログラムにおいて、

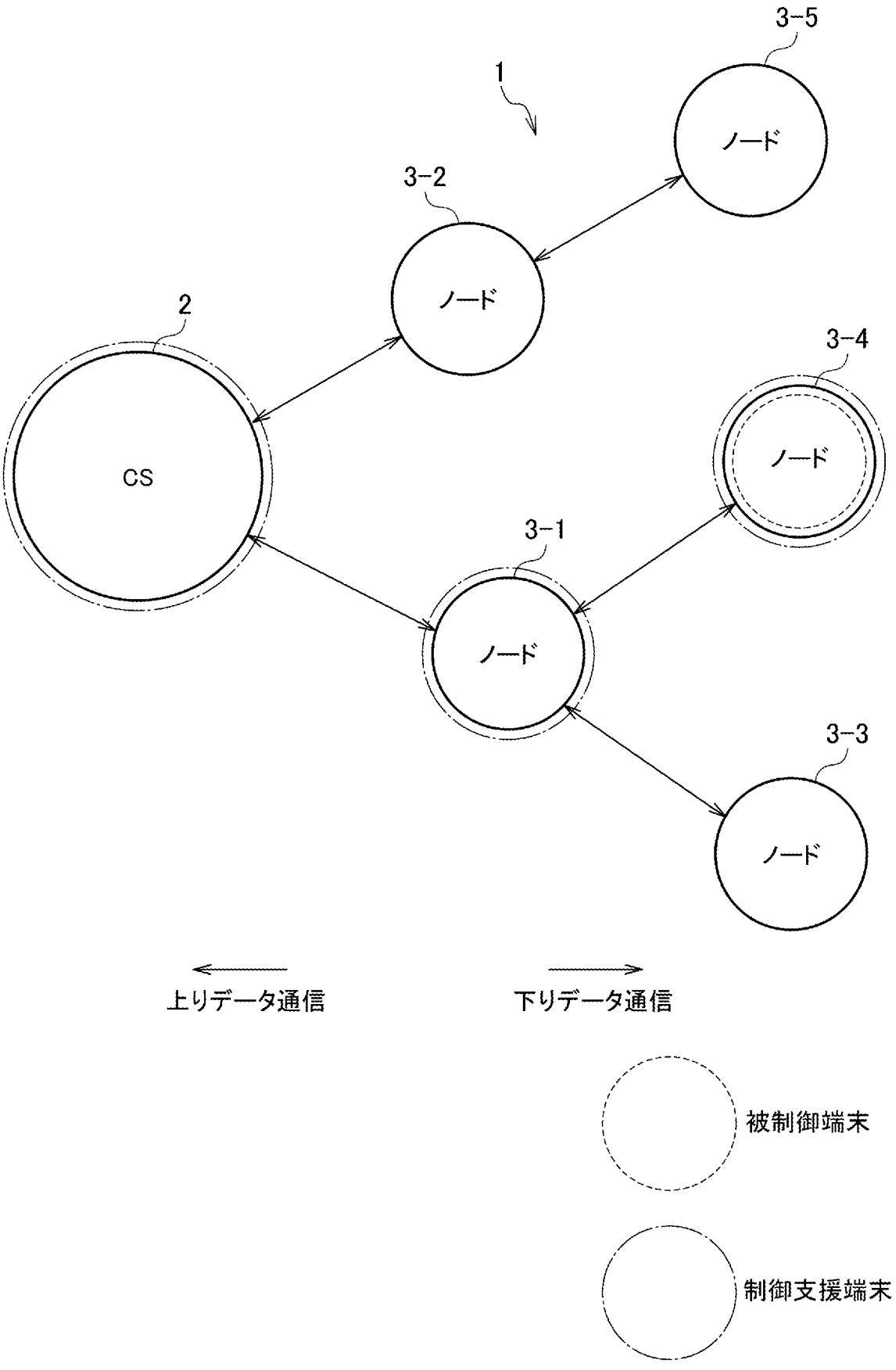
少なくとも一のノードを被制御端末として予め割り当てると共に、上記収集制御局及び上記被制御端末並びにこれらの経路上に配置された全てのノードを制御支援端末として特定し、

上記収集制御局から上記被制御端末への少なくとも下りデータ通信については、上記制御支援端末における上記通信期間の時間割合を増大させるように制御することをコンピュータに実行させることを特徴とする無線通信プログラム。

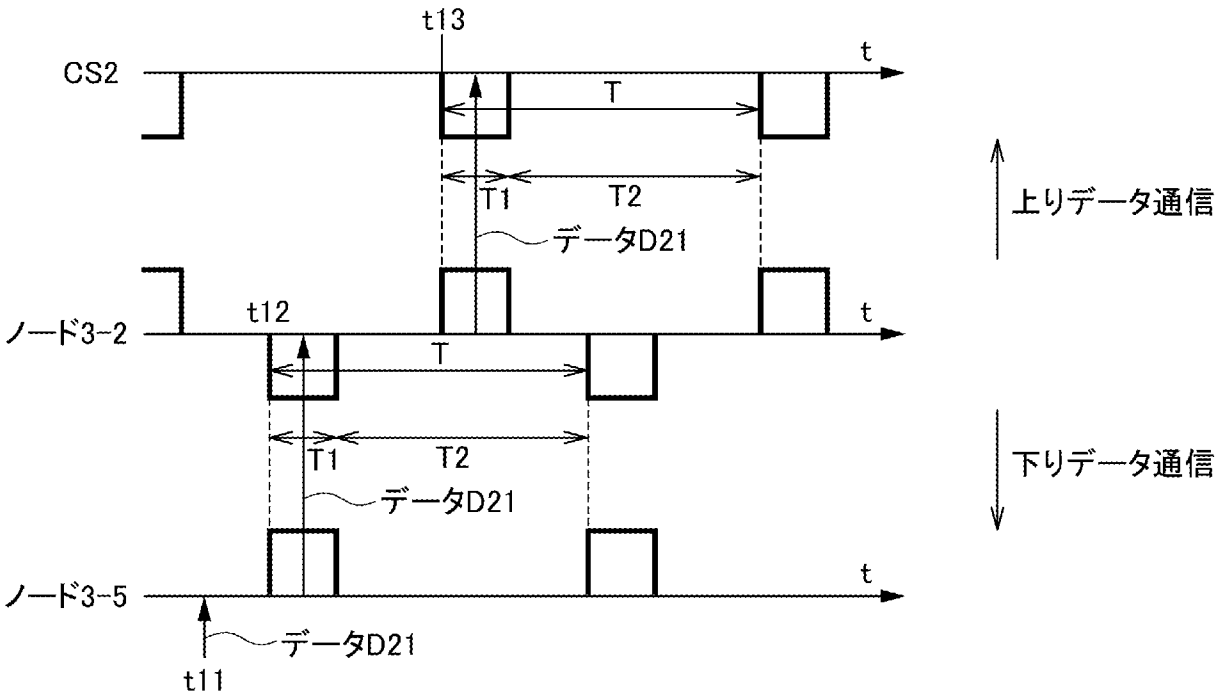
[図1]



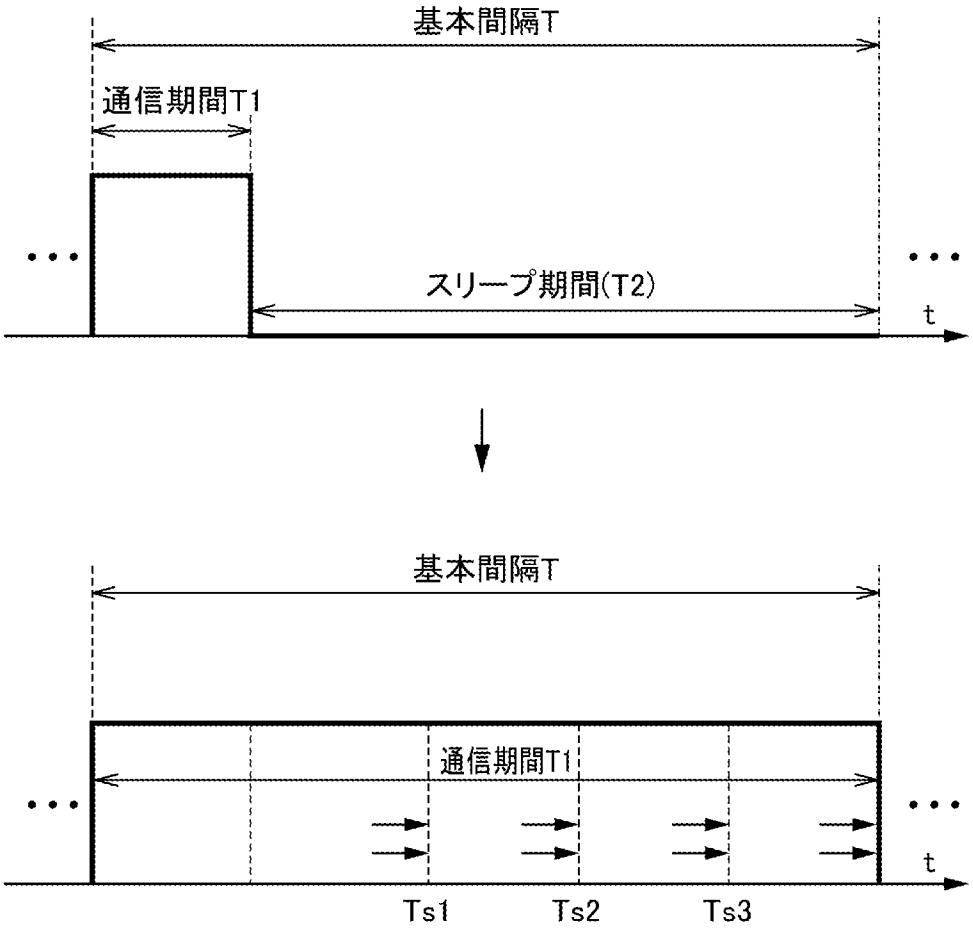
[図2]


1
2
CS
3-1
ノード
3-2
ノード
3-3
ノード
3-4
ノード
3-5
ノード
上りデータ通信
下りデータ通信
被制御端末
制御支援端末

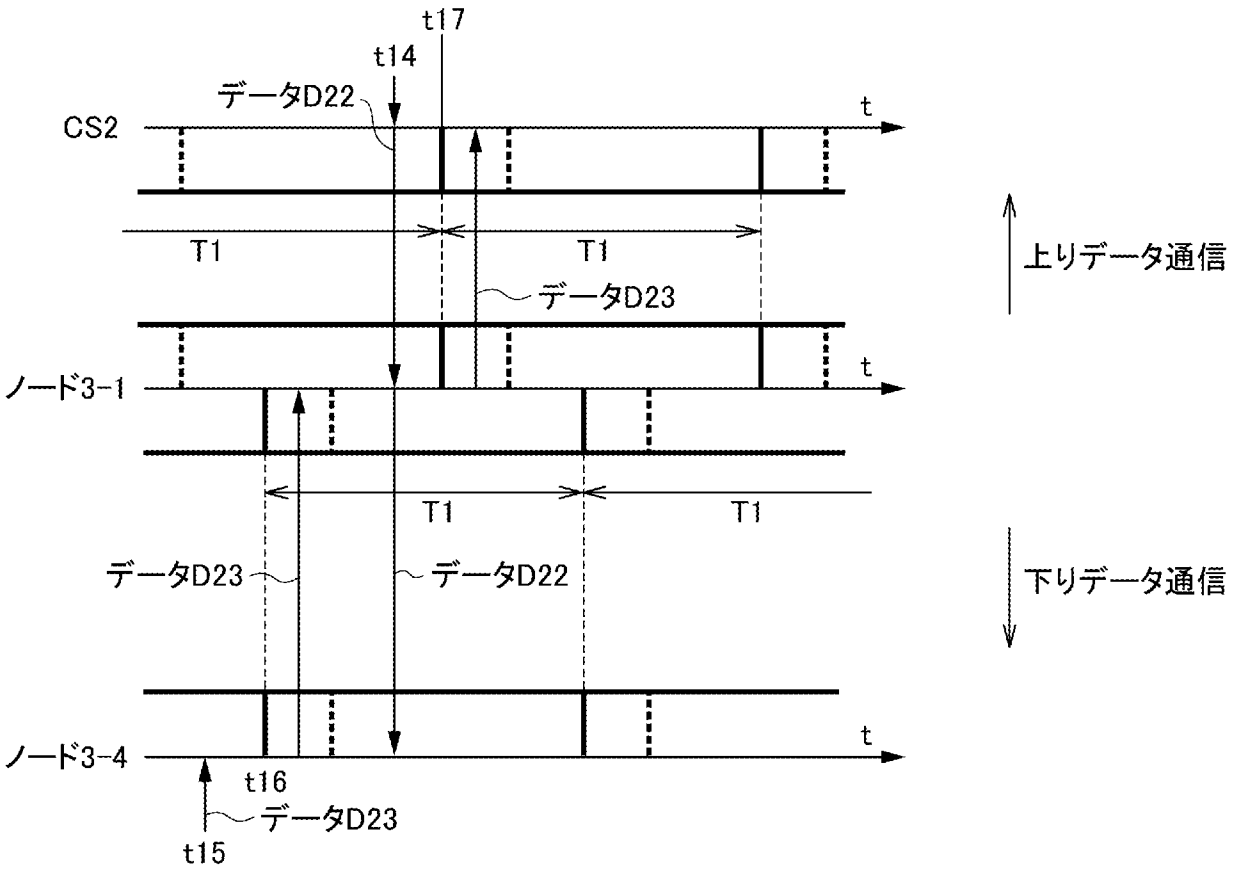
[図3]


t13
CS2
t
T
T1
T2
データD21
上りデータ通信
ノード3-2
t12
t
T
T1
T2
データD21
下りデータ通信
ノード3-5
t
データD21
t11

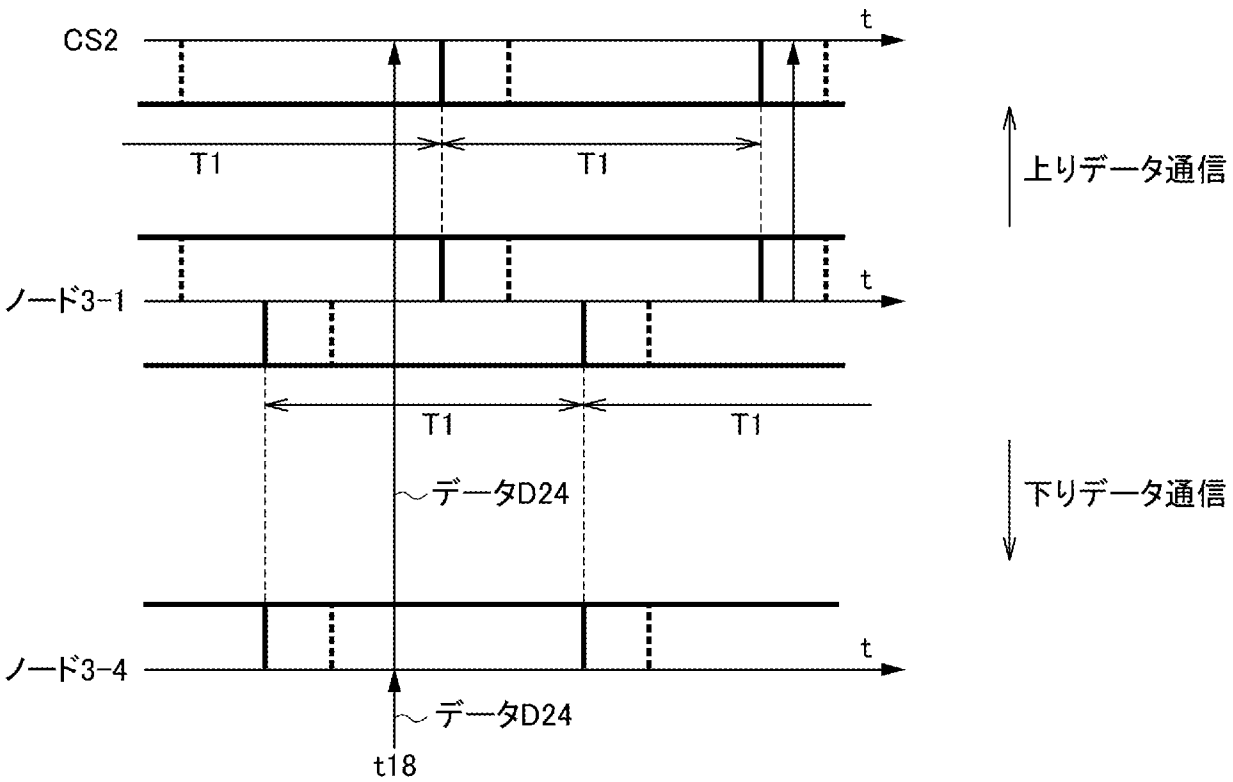
[図4]


基本間隔T
通信期間T1
スリープ期間(T2)
t
基本間隔T
通信期間T1
t
Ts1
Ts2
Ts3

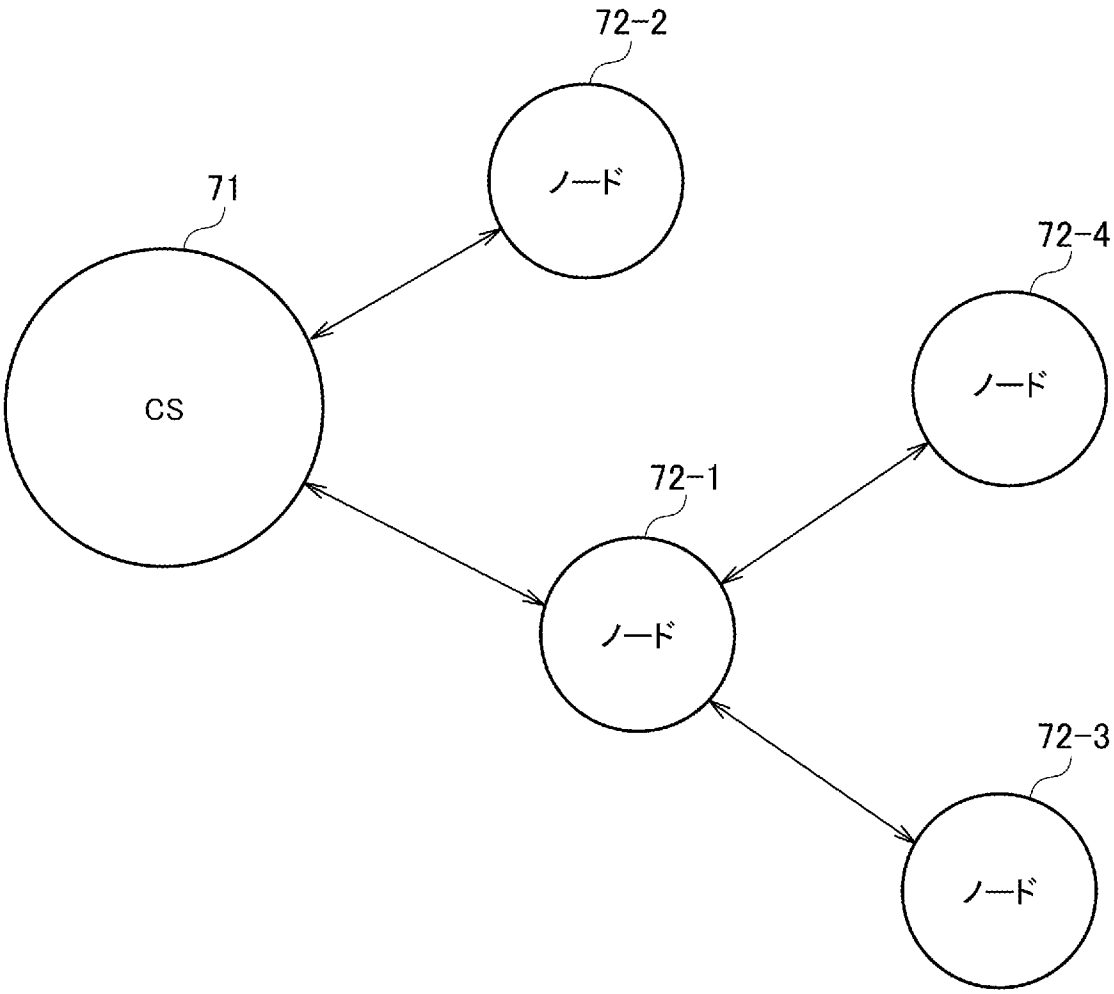
[図5]


t17
t14
データD22
CS2
t
T1
T1
上りデータ通信
データD23
ノード3-1
t
T1
T1
データD23
データD22
下りデータ通信
ノード3-4
t
t16
データD23
t15

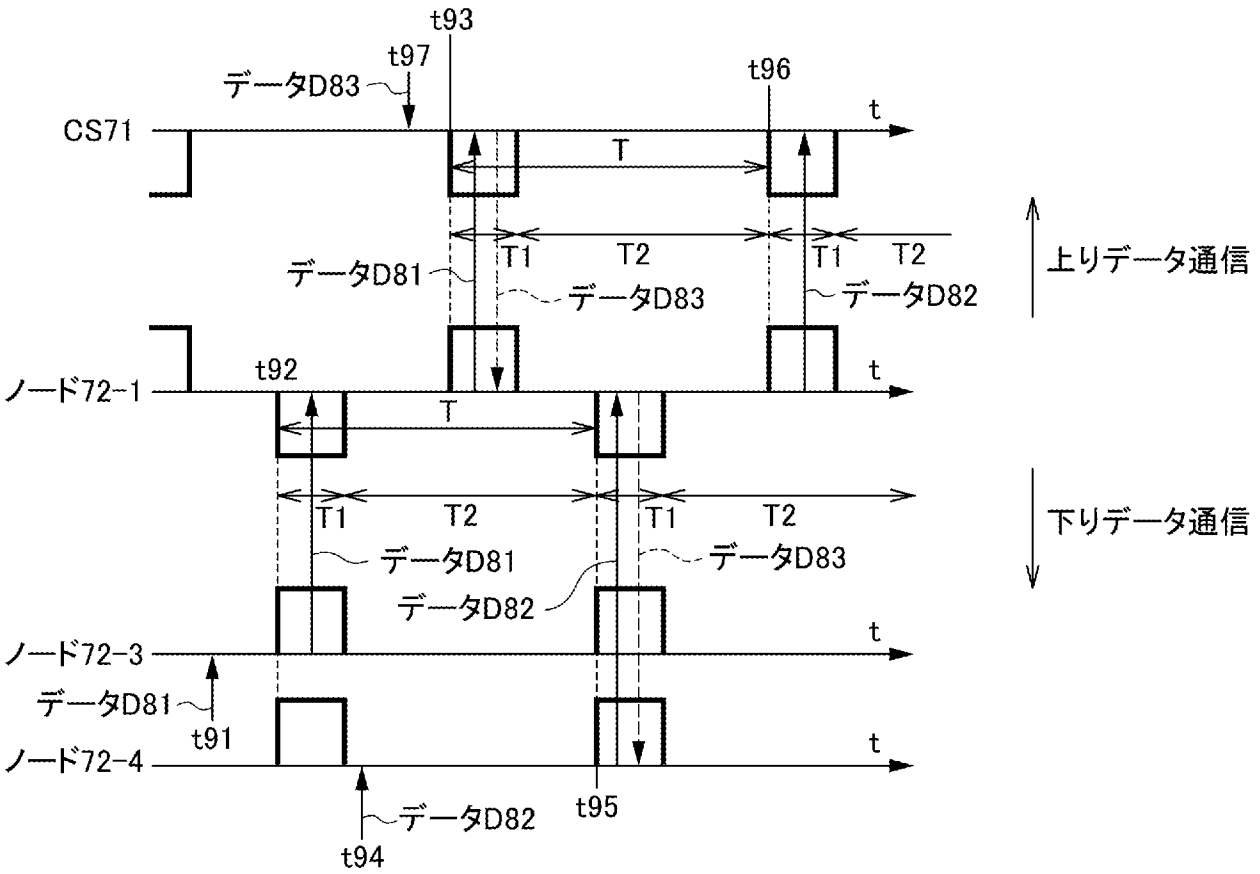
[図6]


t
CS2
T1
T1
上りデータ通信
ノード3-1
t
T1
T1
データD24
下りデータ通信
ノード3-4
t
データD24
t18

[図7]



[図8]


t93
t97
データD83
t96
CS71
t
T
T1
T2
T1
T2
データD81
データD83
データD82
上りデータ通信
ノード72-1
t92
t
T
T1
T2
T1
T2
下りデータ通信
データD81
データD82
データD83
ノード72-3
t
データD81
t91
ノード72-4
t
t95
データD82
t94

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/037015

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H04W52/02(2009.01)i, H04W4/04(2009.01)i, H04W72/10(2009.01)i, H04W84/20(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. H04W 4/00-99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2017
Registered utility model specifications of Japan 1996-2017
Published registered utility model applications of Japan 1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-86697 A (OSAKA UNIVERSITY) 23 April 2009, claims 1, 4], paragraphs [0026]-[0027], [0035]-[0062], fig. 1, 2 & WO 2007/083586 A1	1-6
A	長井亮介他,監視センサネットワークにおけるタイムスロット割当てによる低遅延化方式, 電子情報通信学会2012年通信ソサイエティ大会講演論文集, 28 August 2012, p. S-9, BS-2-6, paragraphs 1-3 (NAGAI, Ryosuke et al., "Low Delay Scheme by Time Slot Assignment in Wireless Sensor Networks" Proceedings of the 2012 IEICE Society Conference 2)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/037015

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	山本正義他，無線マルチホップセンサネットワークにおける低遅延化のための Duty 比制御方式，電子情報通信学会 2013 年総合大会講演論文集，通信 2，05 March 2013, p. 565, B-19-21, paragraphs 1-4 (Proceedings of the 2013 IEICE General Conference, Communications 2) non-official translation (YAMAMOTO, Masayoshi et al., Duty ratio control method for creating low latency in wireless multi-hop sensor networks.)	1-6
A	児島史秀他，IEEE 802.15.4g 準拠マルチホップ SUN システムにける適応スーパフレーム割当・動的トポロジ百構築方式に関する-検討電子情報通信学会技術研究報告，09 December 2010, Vol. 110, pp. 209-214, paragraphs 1, 3.1, 3.2 (KOJIMA, Fumihide et al., "A Study on Adaptive Superframe Allocation and Dynamic Topology Update for IEEE 802.15.4g Compliant Multi-hop SUN", IEICE Technical Report.)	1-6
A	松浦芳樹他，マルチホップ双方向通信を考慮した無線アクセス優先制御方式，電子情報通信学会技術研究報告，Vol. 113, No. 132, 10 July 2013, Vol. 113, pp. 23-28, paragraphs 2.2, 4.1 (MATSUURA, Yoshiki et al., "Wireless Access Priority Control Scheme Considering Bi-directional Communication in Multi-Hop Networks", IEICE Technical Report.)	1-6
A	JP 2007-312307 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 29 November 2007, claim 1, paragraphs [0009]-[0010], [0035]-[0062], fig. 4 & US 2007/0274248 A1, paragraphs [0012], [0046]-[0073], fig. 4	1-6
A	JP 2005-515695 A (ROBERT BOSCH GMBH) 26 May 2005, paragraphs [0006], [0010], [0060] & US 2003/0151513 A1, paragraphs [0007], [0013], [0073]-[0075] & WO 2003/061175 A2 & CN 1640031 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３７０１５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W52/02(2009.01)i, H04W4/04(2009.01)i, H04W72/10(2009.01)i, H04W84/20(2009.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04W 4/00-99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2009-86697 A (国立大学法人大阪大学) 2009.04.23, [請求項 1], [請求項 4], [0026]-[0027], [0035]-[0062], 図 1, 2 & WO 2007/083586 A1	1-6
A	長井 亮介 他, 監視センサネットワークにおけるタイムスロット割当てによる低遅延化方式, 電子情報通信学会2012年通信ソサイエティ大会講演論文集２　PROCEEDINGS OF THE 2012 IEICE COMMUNICATIONS SOCIETY CONFERENCE, 2012.08.28, P.S-9, BS-2-6, 段落 1-3	1-6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １２．１２．２０１７	国際調査報告の発送日 ２６．１２．２０１７
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｊ　３１４９ 羽岡　さやか 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	山本 正義 他, 無線マルチホップセンサネットワークにおける低遅延化のためのDuty比制御方式, 電子情報通信学会2013年総合大会講演論文集　通信２　PROCEEDINGS OF THE 2013 IEICE GENERAL CONFERENCE, 2013.03.05, P.565, B-19-21,段落1-4	1-6
A	児島 史秀 他, IEEE 802.15.4g準拠マルチホップSUNシステムにおける適応スーパフレーム割当・動的トポロジ再構築方式に関する一検討　A study on adaptive superframe allocation and dynamic topology update for IEEE 802.15.4g compliant multi-hop SUN, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.110 No.340 IEICE Technical Report, 2010.12.09, 第110巻, P.209-214, 段落1,3.1,3.2	1-6
A	松浦 芳樹 他, マルチホップ双方向通信を考慮した無線アクセス優先制御方式　Wireless Access Priority Control Scheme Considering Bi-directional Communication in Multi-Hop Networks, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.113 No.132 IEICE Technical Report, 2013.07.10, 第113巻, P.23-28, 段落2.2, 4.1	1-6
A	JP 2007-312307 A (沖電気工業株式会社) 2007.11.29, [請求項1],[0009]-[0010],[0035]-[0062],図4 & US 2007/0274248 A1, [0012],[0046]-[0073],FIG.4	1-6
A	JP 2005-515695 A (ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミト・ベシュレンクテル・ハフツング) 2005.05.26, [0006],[0010],[0060] & US 2003/0151513 A1,[0007],[0013],[0073]-[0075] & WO 2003/061175 A2 & CN 1640031 A	1-6