

(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  
2012年8月9日(09.08.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/105614 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04W 72/04 (2009.01) H04J 3/00 (2006.01)  
G08B 17/00 (2006.01) H04W 4/04 (2009.01)  
G08B 25/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/052297
- (22) 国際出願日: 2012年2月1日(01.02.2012)
- (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 2011-020790 2011年2月2日(02.02.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社(PANASONIC CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 栗田 昌典(KURITA, Masanori), 鈴木 淳一(SUZUKI, Junichi).
- (74) 代理人: 西川 恵清, 外(NISHIKAWA, Yoshikiyo et al.); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田1丁目12番17号 梅田スクエアビル9階 北斗特許事務所 Osaka (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

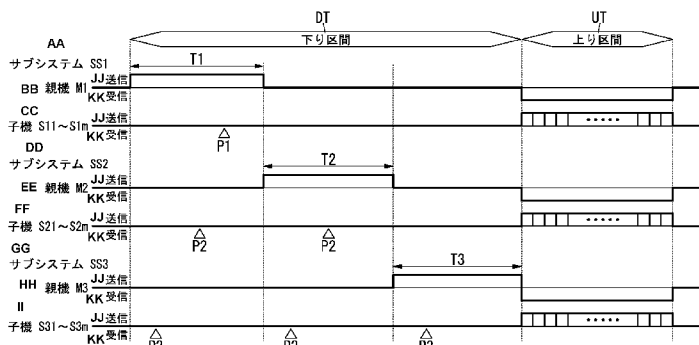
添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 無線通信システム

[図1]



DT Down time period	FF Sub-units S21-S2m
UT Up time period	GG Sub-system SS3
AA Sub-system SS1	HH Base unit M3
BB Base unit M1	II Sub-unit S31-S3m
CC Sub-units S11-S1m	JJ Reception
DD Sub-system SS2	KK Transmission
EE Base unit M2	

(57) Abstract: A wireless communication system is provided with a plurality of sub-systems. Each of the plurality of sub-systems includes one base unit and sub-units that wirelessly communicate with the base unit. The base unit is configured to transmit a first wireless signal during a first time period common to the plurality of sub-systems and to wait for a second wireless signal during a second time period which is after the first time period and is common to the plurality of sub-systems. The sub-units are configured so that after receiving the first wireless signal the sub-units transmit the second wireless signal during the second time period. The base unit is configured so that the base unit transmits the first wireless signal during a time period during the first time period that differs from the time periods of the base units of other sub-systems.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/105614 A1

---

無線通信システムは、複数のサブシステムを備える。前記複数のサブシステムのそれぞれは、1つの親機と、前記親機と無線通信を行う子機とを含む。前記親機は、前記複数のサブシステムに共通する第1期間内に第1無線信号を送信し、前記第1期間後の前記複数のサブシステムに共通する第2期間に第2無線信号を待ち受けるように構成される。前記子機は、前記第1無線信号を受信すると、前記第2期間に前記第2無線信号を送信するように構成される。前記親機は、前記第1期間内で、他のサブシステムの前記親機と異なる期間に前記第1無線信号を送信するように構成される。

## 明 細 書

**発明の名称 : 無線通信システム**

### 技術分野

[0001] 本発明は、複数の無線機からなる無線通信システムに関する。

### 背景技術

[0002] 従来の無線通信システムとして、例えば、文献1（実用新案登録第3140581号公報）に記載されているような無線LANシステムがある。この従来例は、有線LANシステムのハブに複数のアクセスポイント（無線機の親機に相当）がLANケーブルを介して有線で接続され、各アクセスポイントに1乃至複数の無線LANの子機（無線機の子機に相当）が無線で接続されるようになっている。また、複数のアクセスポイントは、何れも天井に設置された火災感知器の取付ベース内に収納されている。

[0003] また別の従来例として、文献2（特開2009-265940号公報）に記載されている火災警報システムがある。この従来例は、それぞれが無線機である複数台の火災警報器からなり、何れかの火災警報器で火災が感知されると、無線通信によって火元の火災警報器から他の火災警報器へ火災発生が通知される。そして、火元の火災警報器並びに他の火災警報器を含む全ての火災警報器が連動して火災警報を発報することにより、迅速且つ確実に火災発生を報知することができる。

[0004] ところで、文献1記載の無線通信システムと文献2記載の火災警報システムを組み合わせたシステム構成が考えられる。例えば、集合住宅の各住戸に設置された火災警報システムと、集合住宅の管理室などに設置された監視装置（火災受信機）とが有線で接続され、何れかの住戸で火災が発生した場合、当該住戸の火災警報システムから監視装置に火災発生が通知される。そして、監視装置から火元以外の住戸の火災警報システムに火災発生が通知されると、火元の住戸の火災警報システムと火元以外の各住戸の火災警報システムとが連動して火災警報を発報することにより、集合住宅の全ての住戸に迅

速且つ確実に火災発生を報知することができる。

[0005] ここで、各住戸に設置される火災警報システムは、監視装置と有線で接続される親機と、親機との間で無線通信を行う複数の子機とで構成されている。子機は、配線が不要であるという利点を活かすために電池を電源として動作し、且つ電池寿命を延ばすために間欠受信を行っている。一方、親機は商用電源から電源供給を受けており、常時は子機から送信されてくる火災発生通知の無線信号を受信するための待ち受け状態にある。そして、親機では、定期的（例えば、1日に1回）に無線信号を送信（同報）し、当該無線信号を受信した子機からの返信を受信することにより、各子機の電池寿命や故障の有無を監視している。

[0006] しかしながら、集合住宅の何れかの住戸に設置されている親機から送信された無線信号（電波）が隣接する他の住戸にまで届き、当該他の住戸に設置されている親機から送信された無線信号と衝突してしまう虞がある。そこで、従来は隣接する住戸に設置されている火災警報システムの周波数チャンネルを異ならせ、火災警報システム同士の無線信号の干渉を抑制していた。

[0007] ところが、火災警報システムに利用可能な無線信号の周波数帯が法律（電波法）で規定されており、個々の火災警報システムで利用可能な周波数チャンネルの数は僅かであり、チャンネル間隔も数十キロヘルツ程度でしかない。そのため、子機で受信される正規のチャンネルの電力と、正規のチャンネルと異なる別のチャンネルの隣接チャンネル漏洩電力との差が小さくなる場合があり、このような場合には火災警報システム同士の無線信号の干渉を抑制することができない。

## 発明の開示

[0008] 本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであり、無線信号の干渉を抑制することを目的とする。

[0009] 本発明に係る第1の形態の無線通信システムは、複数のサブシステムを備える。前記複数のサブシステムのそれぞれは、1つの親機と、前記親機と無

線通信を行う子機とを含む。前記親機は、前記複数のサブシステムに共通する第 1 期間内に第 1 無線信号を送信し、前記第 1 期間後の前記複数のサブシステムに共通する第 2 期間に第 2 無線信号を待ち受けるように構成される。前記子機は、前記第 1 無線信号を受信すると、前記第 2 期間に前記第 2 無線信号を送信するように構成される。前記親機は、前記第 1 期間内で、他のサブシステムの前記親機と異なる期間に前記第 1 無線信号を送信するように構成される。

[0010] 本発明に係る第 2 の形態の無線通信システムは、上記第 1 の形態において、前記複数のサブシステムのそれぞれには異なる周波数チャンネルが割り当てられる。前記子機は、自身が属するサブシステムに割り当てられた前記周波数チャンネルで前記第 2 無線信号を送信するように構成される。

[0011] 本発明に係る第 3 の形態の無線通信システムは、上記第 2 の形態において、前記親機は、自身が属するサブシステムに割り当てられた前記周波数チャンネルで前記第 1 無線信号を送信するように構成される。

[0012] 本発明に係る第 4 の形態の無線通信システムは、上記第 1 ～第 3 のうちいずれか 1 つの形態において、前記子機は、所定の休止期間が経過する毎に、前記第 1 無線信号が存在しているか否かを判定するように構成される。前記子機は、前記第 1 無線信号が存在していると判定すると前記第 1 無線信号の受信を開始するように構成される。前記子機は、前記子機が前記第 1 無線信号を受信したタイミングに基づいて、前記子機が前記休止期間を開始するタイミングである開始タイミングが自身と同じサブシステムに属する前記子機と一致するように、前記開始タイミングを調整するように構成される。

[0013] 本発明に係る第 5 の形態の無線通信システムは、上記第 4 の形態において、前記親機は、通信線を介して他のサブシステムの前記親機と通信するように構成される。前記親機は、前記第 1 期間内で前記第 1 無線信号を送信する期間を、前記通信線を介して他のサブシステムから得た情報に基づいて決定するように構成される。

[0014] 本発明に係る第 6 の形態の無線通信システムは、上記第 1 ～第 5 のうちい

いずれか1つの形態において、前記親機は、前記第1無線信号の送信の指示を受け取ると、前記指示を受け取ったタイミングに応じて前記第1無線信号の送信を行うように構成される。

[0015] 本発明に係る第7の形態の無線通信システムは、上記第1～第6のうちいずれか1つの形態において、前記各サブシステムは、複数の前記子機を含む。前記親機は、前記第2期間において、複数のタイムスロットを用意するように構成される。前記親機は、自身が属するサブシステムに含まれる前記複数の子機のそれぞれに前記タイムスロットを割り当てるように構成される。前記子機は、割り当てられたタイムスロットを用いて前記第2無線信号を自身が属するサブシステムに含まれる前記親機に送信するように構成される。前記親機は、自身が属するサブシステムに含まれる前記複数の子機に関して、無応答子機が存在するか否かを判定するように構成される。前記無応答子機は、前記親機が前記第2無線信号を受信できなかった前記子機である。前記親機は、前記無応答子機が存在すると判定した場合に、前記無応答子機の前記タイムスロットを別のタイムスロットに変更するように構成される。

[0016] 本発明に係る第8の形態の無線通信システムは、上記第7の形態において、前記親機は、前記別のタイムスロットを前記複数のタイムスロットからランダムに選択するように構成される。

[0017] 本発明に係る第9の形態の無線通信システムは、上記第7の形態において、前記親機は、前記無応答子機に割り当てられた前記タイムスロットに隣接するタイムスロットを前記別のタイムスロットとして選択するように構成される。

[0018] 本発明に係る第10の形態の無線通信システムは、上記第7の形態において、前記親機は、前記無応答子機が存在すると判定した場合に、前記無応答子機の前記タイムスロットを、前記親機が前記第2無線信号を受信した前記子機に割り当てられた前記タイムスロットと入れ替えるように構成される。

[0019] 本発明に係る第11の形態の無線通信システムは、上記第10の形態において、前記親機は、前記第2無線信号の受信レベルを測定するように構成さ

れる。前記親機は、前記無応答子機が存在すると判定した場合に、前記無応答子機の前記タイムスロットを、前記第2無線信号の前記受信レベルが最も高い前記子機に割り当てられた前記タイムスロットと入れ替えるように構成される。

[0020] 本発明に係る第12の形態の無線通信システムは、上記第7の形態において、前記複数のタイムスロットは、前記子機に割り当てられていない予備のタイムスロットを含む。前記親機は、前記予備のタイムスロットを前記別のタイムスロットとして選択するように構成される。

[0021] 本発明に係る第13の形態の無線通信システムは、上記第7の形態において、前記親機は、他のいずれの前記サブシステムにおいても前記子機が前記第2無線信号を送信していない無電波期間が前記第2期間にあるか否かを判定するように構成される。前記親機は、前記第2期間に前記無電波期間があれば、前記無電波期間に対応する前記タイムスロットを、前記別のタイムスロットとして選択するように構成される。

[0022] 本発明に係る第14の形態の無線通信システムは、上記第7の形態において、前記親機は、前記第2期間において他の前記サブシステムに属する前記子機からの前記第2無線信号の受信レベルを測定するように構成される。前記親機は、前記受信レベルが所定の閾値以下となる低電波期間が前記第2期間にあるか否かを判定するように構成される。前記親機は、前記第2期間に前記低電波期間があれば、前記低電波期間に対応する前記タイムスロットを、前記別のタイムスロットとして選択するように構成される。

[0023] 本発明に係る第15の形態の無線通信システムは、上記第1～第14のうちいずれか1つの形態において、前記サブシステムは、前記親機からの前記第1無線信号を前記子機に中継する中継器を有する。前記中継器は、自身が属するサブシステムの前記親機から前記第1無線信号を受信すると、前記第1無線信号のインターバル期間に、前記第1無線信号を前記子機に送信するように構成される。前記インターバル期間は、前記中継器が属する前記サブシステムの前記親機が前記第1無線信号の送信を終了してから次の前記親機

が前記第 1 無線信号の送信を開始するまでの期間である。

### 図面の簡単な説明

[0024] [図1]実施形態 1 の無線通信システムの動作を説明するためのタイムチャートである。

[図2]上記実施形態 1 の無線通信システムの構成図である。

[図3]上記実施形態 1 の無線通信システムにおける親機と子機のブロック図である。

[図4]上記実施形態 1 の無線通信システムにおける無線信号のフレームフォーマットの説明図である。

[図5]上記実施形態 1 の無線通信システムにおける動作説明用のタイムチャートである。

[図6]上記実施形態 1 の無線通信システムにおける無線信号の干渉の説明図である。

[図7]上記実施形態 1 の無線通信システムにおけるスロット番号の変更方法の説明図である。

[図8]上記実施形態 1 の無線通信システムにおけるスロット番号の変更方法の説明図である。

[図9]上記実施形態 1 の無線通信システムにおけるスロット番号の変更方法の説明図である。

[図10]上記実施形態 1 の無線通信システムにおけるスロット番号の変更方法の説明図である。

[図11]上記実施形態 1 の無線通信システムにおけるスロット番号の変更方法の説明図である。

[図12]上記実施形態 1 の無線通信システムにおける無線信号の受信レベルを計測する際の動作を説明するためのタイムチャートである。

[図13]実施形態 2 の無線通信システムの構成図である。

[図14]上記実施形態 2 の無線通信システムにおける中継機の動作の説明図である。

[図15]上記実施形態2の無線通信システムにおける中継機の動作の説明図である。

[図16]上記実施形態2の無線通信システムにおける中継機の動作の説明図である。

[図17]上記実施形態2の無線通信システムの変形例の構成図である。

[図18]上記変形例における中継機の動作の説明図である。

[図19]上記変形例における中継機の動作の説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0025] 以下、従来技術で説明した火災警報システムに本発明の技術思想を適用した実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。ただし、本発明の技術思想が適用可能な無線通信システムは火災警報システムに限定されるものでなく、例えば、不審者の侵入などを検知する防犯センサなどを無線機に搭載したセキュリティシステムなどにも適用可能である。

[0026] (実施形態1)

本実施形態の火災警報システム(無線通信システム)は、図2に示すように複数(図示例では3つ)のサブシステムSS1~SS3と、各サブシステムSS<sub>i</sub>( $i=1, 2, 3$ )の親機M1~M3と通信線L<sub>s</sub>を介して接続された監視装置Xとで構成されている。

[0027] サブシステムSS<sub>i</sub>は、1台の親機M<sub>i</sub>と、親機M<sub>i</sub>との間で無線通信を行う1乃至複数(図示例では3台)の子機S<sub>ij</sub>( $i=1, 2, 3, j=1, 2, 3$ )とを有し、例えば、集合住宅の各住戸や商業施設の各店舗などに設置される。

[0028] 換言すれば、本実施形態の無線通信システムは、複数(図示例では3台)の親機M<sub>i</sub>と、複数(図示例では9台)の子機S<sub>ij</sub>と、を備える。

[0029] 複数の親機M<sub>i</sub>のそれぞれは、当該親機M<sub>i</sub>と無線通信を行う子機S<sub>ij</sub>とともにサブシステムSS<sub>i</sub>を形成する。複数の親機M<sub>i</sub>は、第1期間(下り区間)DT内に第1無線信号を送信し、第1期間(下り区間)DT後の第2期間(上り区間)UTに第2無線信号を待ち受けるように構成される。第

1 期間 D T において、複数の親機 M i は順番に、第 1 無線信号を送信するように構成される。

[0030] 複数の子機 S i j は、第 1 無線信号を受信すると第 2 期間（上り区間） U T に第 2 無線信号を送信するように構成される。

[0031] また監視装置 X は、通信線 L s を介して各親機 M i との間で通信（有線通信）を行うものであって、例えば、集合住宅や商業施設の管理室などに設置される。ただし、本実施形態では集合住宅に設置される場合を例示する。

[0032] 子機 S i j は、子機制御部 2 0、アンテナ 2 1、無線通信部 2 2、センサ部 2 3、電池電源部 2 4 などを備える。

[0033] 無線通信部 2 2 は、例えば、電波法施行規則第 6 条第 4 項第 3 号に規定される「小電力セキュリティシステムの無線局」に準拠して電波を媒体とする無線信号を送受信する。無線通信部 2 2 は、予め用意された複数の異なる周波数チャネルから選択された周波数チャネルを通じて、無線信号の送受信を行うように構成される。本実施形態では、「小電力セキュリティシステムの無線局の無線設備 標準規格 R C R S T D - 3 0」で定められた周波数チャネルが用いられる。この規格では、例えば、24 の周波数チャネルが定義されている。周波数チャネルが占有する帯域は、426.2625~426.8375 MHz であり、周波数チャネル間の間隔は 25 kHz である。なお、周波数チャネルはこの例に限定されない。

[0034] センサ部 2 3 は、火災に伴う煙や熱を検知する火災センサである。なお、セキュリティシステムの場合には、センサ部 2 3 を防犯センサ、例えば、人体から放射される赤外線を焦電素子により検知する人感センサや、窓ガラスに加わる振動を検知する破壊センサなどとすればよい。子機制御部 2 0 はマイクロコンピュータ（以下、マイコンと略す。）を主構成要素とし、センサ部 2 3 で火災が検知されたとき又は親機 M i から火災発生の通知を受けたときにスピーカ（図示せず）から警報音（ブザー音や火災の発生を知らせる音声メッセージなど）を鳴動させる処理や、無線通信部 2 2 を制御して火災発生を無線通信で親機 M i に通知する処理などを行う。電池電源部 2 4 は、一

次電池あるいは二次電池を電源として子機制御部 20、無線通信部 22、センサ部 23 の動作電源を作成して供給している。これらの子機  $S_{ij}$  は、電池の消耗を極力防ぐため、後述するように受信動作を常時ではなく間欠的に行う。

[0035] 親機  $M_i$  は、親機制御部 10、アンテナ 11、無線通信部 12、センサ部 13、有線通信部 14、電源部 15などを備える。

[0036] 無線通信部 12 は、例えば、子機  $S_{ij}$  の無線通信部 22 と同様に、電波法施行規則第 6 条第 4 項第 3 号に規定される「小電力セキュリティシステムの無線局」に準拠して電波を媒体とする無線信号を送受信する。無線通信部 12 は、予め用意された複数の異なる周波数チャネルから選択された周波数チャネルを通じて、無線信号の送受信を行うように構成される。無線通信部 12 においても、「小電力セキュリティシステムの無線局の無線設備 標準規格 RCR STD-30」で定められた周波数チャネルが用いられる。

[0037] 有線通信部 14 は、通信線  $L_s$  を介して監視装置  $X$  並びに他の親機  $M_j$  ( $j \neq i$ ) との間で有線通信を行う。センサ部 13 は、火災に伴う煙や熱を検知する火災センサである。なお、セキュリティシステムの場合には、センサ部 13 を防犯センサ、例えば、人体から放射される赤外線を焦電素子により検知する人感センサや、窓ガラスに加わる振動を検知する破壊センサなどとするればよい。

[0038] 親機制御部 10 は、子機制御部 20 と同様にマイコンを主構成要素とし、センサ部 13 で火災を検知するか、あるいは何れかの子機  $S_{ij}$  から無線信号で火災発生が通知されたときにスピーカ（図示せず）から警報音（ブザー音や火災の発生を知らせる音声メッセージなど）を鳴動させる処理などを行う。さらに親機制御部 10 は、有線通信部 14 を介して監視装置  $X$  から受け取る指示に基づく処理（後述する点検開始など）や監視装置  $X$  への報知などの処理も行う。電源部 15 は外部の電源（例えば、商用交流電源 100）から給電される交流電力を直流電力に変換して親機制御部 10、無線通信部 12、センサ部 13、有線通信部 14 に供給している。なお、親機  $M_i$  は外部

電源で動作するため、子機  $S_{ij}$  とは異なり、送信時以外では無線通信部 12 が常時受信待ちの状態にある。

[0039] 親機  $M_i$  及び子機  $S_{ij}$  には固有の識別符号が割り当てられて各々の制御部 10、20 が有するメモリに格納されており、当該識別符号によって無線通信及び有線通信の送信先並びに送信元が特定できる。識別符号としては、例えば、サブシステム  $SS_i$  を識別するためのシステム番号（親機  $M_i$  の識別符号） $i$  と、サブシステム  $SS_i$  内の子機  $S_{ij}$  を識別するための子機番号  $j$  とを組み合わせたものが用いられる。そして、それぞれの親機  $M_i$  に各子機  $S_{ij}$  が登録される際に親機  $M_i$  から各子機  $S_{ij}$  にシステム番号  $i$  と子機番号  $j$ 、すなわち識別符号が割り当てられる。

[0040] 図 4 は本実施形態におけるサブシステム  $SS_i$  で送受信される無線信号のフレームフォーマット 200 を示している。すなわち、1 フレームは同期ビット（プリアンブル）201、フレーム同期パターン（ユニーク・ワード）202、送信先アドレス 203、送信元アドレス 204、メッセージ（データ）205、チェック・コード（CRC 符号等）206 で構成されている。ここで、送信先アドレス 203 として識別符号が設定されていれば、当該識別符号が割り当てられている無線機（親機  $M_i$  又は子機  $S_{ij}$ ）のみが無線信号を受信してメッセージを取得することになる。しかしながら、送信先アドレス 203 として何れの端末にも割り当てられていない特殊なビット列（例えば、すべてのビットを 1 としたビット列）が設定された場合、その無線信号が同報（マルチキャスト）されて全ての端末でメッセージが取得される。例えば、後述する定期監視のメッセージを含む無線信号は、親機  $M_i$  から全ての子機  $S_{ij}$  に同報される。なお、サブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  と監視装置 X 及びサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  同士の間で行われる有線通信の信号も、図 4 に示したフレームフォーマット 200 と共通である。

[0041] ところで、各子機  $S_{ij}$  においては、上述したように電池電源部 24 の電池寿命をできるだけ長くするために間欠受信を行っている。すなわち、子機制御部 20 は、マイコンに内蔵するタイマで所定の間欠受信周期（休止期間

)を繰り返しカウントするとともに間欠受信周期のカウントが完了する毎に無線通信部22を起動して希望波(親機Miが送信した無線信号)が受信できるか否かをチェックする。そして、当該無線信号が捉えられなければ、子機制御部20は直ちに無線通信部22を停止して待機状態に移行させることで平均消費電力を大幅に低減している。なお、無線信号の受信チェックは、無線通信部22から出力される、受信信号強度の大小に比例した直流電圧信号である受信信号強度表示信号(Receiving Signal Strength Indication:RSSI信号)に基づいて子機制御部20が行っている。例えば、子機制御部20は、休止期間が経過する毎に無線通信部22を起動する。無線通信部22は、起動されると、受信信号強度表示信号を子機制御部20に出力する。子機制御部20は、受信信号強度表示信号の示す受信信号強度に基づいて、第1無線信号の有無を判定する。例えば、子機制御部20は、受信信号強度が所定のしきい値(キャリア検知のしきい値)以上であれば、第1無線信号が存在していると判定する。子機制御部20は、第1無線信号が存在していると判定すると、無線通信部22を制御して第1無線信号の受信を開始する。これによって、子機Sijは、第1無線信号を受信する。一方、子機制御部20は、無線通信部22を起動してから所定の待機期間が経過するまでに受信信号強度が所定のしきい値(キャリア検知のしきい値)以上にならないと判定し、無線通信部22の動作を停止させる。そして、子機制御部20は、再び休止期間のカウントを開始する。

[0042] 一方、親機Miの親機制御部10は、定期的(例えば、数時間乃至十数時間毎)に定期監視メッセージを含む無線信号(第1無線信号;監視信号)を無線通信部12から同報送信(マルチキャスト)させる。すなわち、親機Miは、所定の待機期間が経過する毎に、第1無線信号を送信するように構成される。本実施形態では、親機Miは、期間(親機送信期間)Tiの間、第1無線信号を繰り返し送信する。

[0043] 各子機Sijにおいては、子機制御部20がセンサ部23の故障の有無や

電池電源部 24 の電池切れの有無などを一定周期で（例えば、1 時間毎に）監視するとともに、その監視結果を図示しないメモリに記憶している。そして、子機制御部 20 は、親機 M i から前記定期監視メッセージ（第 1 無線信号）を受け取ったときに、メモリに記憶している監視結果を通知するための通知メッセージを含む無線信号（第 2 無線信号；通知信号）を親機 M i に返信する。親機 M i の親機制御部 10 は、定期監視メッセージを含む無線信号（第 1 無線信号）を送信してから所定時間が経過するまで無線通信部 12 を受信状態として各子機 S i j から返信される無線信号（第 2 無線信号）を受信待ちする。そして、所定時間内に通知メッセージを含む無線信号（第 2 無線信号）を受信できない子機 S i j や通知メッセージで異常有りの監視結果を通知してきた子機 S i j がある場合、親機制御部 10 は、ブザー音を鳴動させるなどして異常の発生を報知するとともに有線通信部 14 から信号を送信させて監視装置 X に通知する。なお、親機 M i において所定時間内に通知メッセージを含む無線信号（第 2 無線信号）を受信できない原因としては、子機 S i j の故障や電池切れの他に、当該子機 S i j と親機 M i との間の通信環境の低下（例えば、障害物の存在やノイズの発生など）が考えられる。

[0044] 次に、本実施形態の火災警報システムの基本動作（火災発生時の動作）について説明する。例えば、サブシステム S S 3 が設置されている住戸で火災が発生し、サブシステム S S 3 の子機 S 3 3 が火災を検知したと仮定する。火災を検知した子機 S 3 3（以下、火元の子機 S 3 3 と呼ぶ。）では、子機制御部 20 がスピーカから警報音を鳴動させるとともに火災発生を通知するためのメッセージ（発報メッセージ）を含む無線信号を無線通信部 22 から送信させる。火元の子機 S 3 3 から送信された無線信号が親機 M 3 で受信されると、当該親機 M 3 の親機制御部 10 がスピーカから警報音を鳴動させるとともに発報メッセージを含む無線信号を無線通信部 12 から送信させ、さらに発報メッセージを含む信号を有線通信部 14 より送信させる。火元以外の子機 S 3 1、S 3 2 では、火元の子機 S 3 3 又は親機 M 3 から送信される無線信号（発報メッセージを含む無線信号）を受信すると、子機制御部 20

がスピーカから警報音を鳴動させる。その結果、火災が発生した住戸（火元の住戸）において、サブシステムSS3に属する全ての火災警報器（親機M3及び子機S31～S33）が連動して警報音を鳴動させることができる。

[0045] 一方、火元の住戸の親機M3から送信される信号を受信した監視装置Xは、火元以外の住戸に設置されたサブシステムSS1, SS2の親機M1, M2に対して発報メッセージを含む信号を信号線Lsを介して送信する。なお、監視装置Xから消防署（セキュリティシステムの場合はセキュリティサービスを提供する企業の管理センター）などへ、インターネットや公衆電話回線網若しくは携帯電話網などのネットワークを介して火災発生を報知しても構わない。そして、監視装置Xから送信される信号を有線通信部14で受信した親機M1, M2では、親機制御部10がスピーカから警報音を鳴動させるとともに発報メッセージを含む無線信号を無線通信部12から送信させる。すると、それぞれのサブシステムSS1, SS2に属する全ての子機S11～S13, S21～S23において、親機M1, M2から送信される無線信号を受信し、子機制御部20がスピーカから警報音を鳴動させる。その結果、火元以外の住戸を含む全ての住戸においても、全火災警報器（親機M1, M2及び子機S11～S13, S21～S23）が連動して警報音を鳴動させることができる。

[0046] ところで、住宅用火災警報器に関して、法的には定期的な点検が義務づけられていないが、安全上の観点から1ヶ月に一度程度の点検実施が推奨されている。そこで、本実施形態においても、監視装置Xからの指示に応じて各サブシステムSSiが自動的に点検（動作テスト）を行うことができるようになっている。

[0047] 例えば、管理人が所定の操作を行うことで監視装置Xから点検開始を通知するメッセージ（点検開始メッセージ）を含む信号（点検信号）が信号線Lsを介して各親機Miに同報送信される。すなわち、監視装置Xは、ユーザの操作に応じて、点検信号を複数の親機Miに送信するように構成される。

[0048] 各サブシステムSSiの親機Miでは、有線通信部14で前記信号（点検

信号)を受信して点検開始メッセージを受け取ると、親機制御部10が点検(動作テスト)を開始する。ただし、この点検(動作テスト)は、各サブシステムSS<sub>i</sub>毎に実施される定期監視と基本的に同じ処理が実行される。つまり、親機M<sub>i</sub>の親機制御部10が点検開始メッセージを含む無線信号(第1無線信号)を無線通信部12から同報送信させる。

[0049] 各子機S<sub>ij</sub>の子機制御部20は、定期監視メッセージを受け取ったときと同様にメモリに記憶している監視結果を通知するための通知メッセージを含む無線信号(第2無線信号)を親機M<sub>i</sub>に返信する。

[0050] 親機M<sub>i</sub>の親機制御部10は、点検開始メッセージ(または定期監視メッセージ)を含む無線信号を送信してから所定時間が経過するまで無線通信部12を受信状態として各子機S<sub>ij</sub>から返信される無線信号を受信待ちする。そして、所定時間内に通知メッセージを含む無線信号を受信できない子機S<sub>ij</sub>や通知メッセージで異常有りの監視結果を通知してきた子機S<sub>ij</sub>がある場合、親機制御部10は、ブザー音を鳴動させるなどして異常の発生を報知するとともに有線通信部14から信号を送信させて監視装置Xに通知する。

[0051] ここで、各親機M<sub>i</sub>から点検開始メッセージ(または定期監視メッセージ)を含む無線信号(第1無線信号)が一斉(同時)に送信された場合、隣接した住戸のサブシステムSS<sub>i</sub>同士の間で無線信号が干渉し、当該サブシステムSS<sub>i</sub>の子機S<sub>ij</sub>が無線信号を正常に受信できない可能性がある。そこで本実施形態においては、図1に示すように各親機M<sub>i</sub>が所定の順序で無線信号(点検開始メッセージを含む無線信号)を送信し、全ての親機M<sub>i</sub>が無線信号の送信を終了した後の送信期間(図1における上り区間)UTに各子機S<sub>ij</sub>が通知メッセージを含む無線信号を返信(送信)している。

[0052] すなわち、本実施形態の無線通信システムは、親機M<sub>i</sub>及び当該親機M<sub>i</sub>と無線通信を行う1乃至複数の子機S<sub>ij</sub>からなるサブシステムSS<sub>i</sub>を複数有する。各サブシステムSS<sub>i</sub>の親機M<sub>i</sub>同士が有線通信を行う。複数の親機M<sub>i</sub>は、所定の順序で無線信号(第1無線信号)を送信する。子機S<sub>i</sub>

$j$  は、自己が属するサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  から送信された無線信号（第 1 無線信号）を受信すると、当該親機  $M_i$  に対する返信の無線信号（第 2 無線信号）を、複数の親機  $M_i$  が無線信号（第 1 無線信号）の送信を終了した後の送信期間（上り区間） $UT$  に送信する。

[0053] 換言すれば、本実施形態の無線通信システムは、複数のサブシステム  $SS_i$  を備える。複数のサブシステム  $SS_i$  のそれぞれは、1 つの親機  $M_i$  と、親機  $M_i$  と無線通信を行う子機  $S_{ij}$  とを含む。親機  $M_i$  は、複数のサブシステム  $SS_i$  に共通する第 1 期間（下り区間） $DT$  内に第 1 無線信号を送信するように構成される。親機  $M_i$  は、第 1 期間  $DT$  後の、複数のサブシステム  $SS_i$  に共通する第 2 期間（上り区間） $UT$  に第 2 無線信号を待ち受けるように構成される。子機  $S_{ij}$  は、第 1 無線信号を受信すると、第 2 期間  $UT$  に第 2 無線信号を送信するように構成される。親機  $M_i$  は、第 1 期間  $DT$  内で、他のサブシステム  $SS_j$  の親機  $M_j$  と異なる期間に第 1 無線信号を送信するように構成される。

[0054] 本実施形態では、図 1 に示すように、複数の親機  $M_i$  は、下り区間  $DT$  の間に、順番に、定期監視メッセージまたは点検開始メッセージを含む無線信号（第 1 無線信号）を送信する。そして、下り区間  $DT$  の後の上り区間  $UT$  の間、複数の親機  $M_i$  は、子機  $S_{ij}$  からの第 2 無線信号を待ち受ける。

[0055] 図 1 に示す例では、サブシステム  $SS_1$  の親機  $M_1$  は、他のサブシステム  $SS_2$  の親機  $M_2$  の期間  $T_2$  および他のサブシステム  $SS_3$  の親機  $M_3$  の期間  $T_3$  と異なる期間  $T_1$  に、第 1 無線信号を送信する。同様に、親機  $M_2$  は、期間  $T_1$ 、 $T_3$  と異なる期間  $T_2$  に、第 1 無線信号を送信する。親機  $M_3$  は、期間  $T_1$ 、 $T_2$  と異なる期間  $T_3$  に、第 1 無線信号を送信する。換言すれば、複数の親機  $M_1$ 、 $M_2$ 、 $M_3$  は順番に、第 1 無線信号を送信する。この例では、下り区間  $DT$  は、3 つの期間  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  に分割されている。そして、3 つの期間  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  が、それぞれ、3 つの親機  $M_i$  に割り当てられている。

[0056] 本実施形態では、複数の親機  $M_i$  が第 1 無線信号を送信する順番は、予め

決められている。つまり、複数の親機 $M_i$ は、予め定められた順番で、第1無線信号を送信するように構成される。例えば、複数の親機 $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ は、この順に、第1無線信号を送信する。この場合、最初の親機 $M_1$ は、監視装置 $X$ から通信線 $L_s$ を通じて点検信号を受信すると点検開始メッセージを含む無線信号（第1無線信号）を送信する。あるいは、所定の待機期間が経過すると、最初の親機 $M_1$ は、定期監視メッセージを含む無線信号（第1無線信号）を送信する。親機 $M_1$ は、第1無線信号の送信を終了した後に次の親機 $M_2$ に通信線 $L_s$ を通じて開始信号を送信する。親機 $M_2$ は、開始信号を受信すると第1無線信号の送信を開始し、第1無線信号の送信を終了した後に次（最後）の親機 $M_3$ に通信線 $L_s$ を通じて開始信号を送信する。最後の親機 $M_3$ は、開始信号を受信すると第1無線信号の送信を開始する。この例では、各親機 $M_i$ は、無線信号の送信の順番を予め記憶している。

[0057] なお、監視装置 $X$ は、複数の親機 $M_i$ に点検信号を順番に送信するように構成されていてもよい。この場合、各親機 $M_i$ は、点検信号に応答して第1無線信号を送信するように構成される。あるいは、複数の親機 $M_i$ が下り区間 $DT$ において順番に第1無線信号を送信するように、各親機 $M_i$ が第1無線信号を送信するタイミングが決定されていてもよい。

[0058] このようにすれば、複数台の親機 $M_i$ から無線信号（第1無線信号）が同時に送信されることがないため、隣接した住戸のサブシステム $SS_i$ 同士の間の無線信号の干渉を抑制することができる。

[0059] なお、本実施形態では、各親機 $M_i$ が点検開始メッセージ（定期監視メッセージ）を含む無線信号（第1無線信号）を送信する期間（親機送信期間） $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ が固定されている。そして、サブシステム $SS_1$ における子機 $S_{1j}$ の子機制御部 $20$ は、親機 $M_1$ から送信される無線信号の終了時点から、他のサブシステム $SS_2$ ,  $SS_3$ の親機送信期間 $T_2$ ,  $T_3$ を合算した時間（ $= T_2 + T_3$ ）が経過した時点以降に無線信号の送信（返信）を開始する。同様に、サブシステム $SS_2$ における子機 $S_{2j}$ の子機制御部 $20$ は、親機 $M_2$ から送信される無線信号の終了時点から、他のサブシステム

SS3の親機送信期間T3が経過した時点以降に無線信号の送信（返信）を開始する。ただし、サブシステムSS3における子機S3jの子機制御部20は、親機M3から送信される無線信号の終了時点以降に無線信号の送信（返信）を開始する。

[0060] これにより、全ての親機Miが無線信号（第1無線信号）の送信を終了した後の送信期間（上り区間）UTに各子機Sijが通知メッセージを含む無線信号（第2無線信号）を送信することができる。

[0061] このように、防災という人命に深くかかわる目的であるために全てのサブシステムSSiのトータルの応答時間を短縮しようとして、各サブシステムSSiの子機Sijからの応答返信期間を同時並行で実行させているが、そのもととなる親機送信期間Ti（i=1, 2, 3）は確実に各子機Sijに受信してもらうために、重ならぬよう時分割で送信しているのである。

[0062] 一方、各サブシステムSSiの子機Sijが送信期間（上り区間）UT内に親機Miへ無線信号（第2無線信号）を送信する際にも、隣接した住戸のサブシステムSSi同士の間で無線信号が干渉する虞がある。

[0063] そのために本実施形態では、各子機Sijが、サブシステムSSi毎に割り当てられ且つ互いに異なる周波数チャンネルで無線信号を送信することにより、無線信号の干渉を抑制している。例えば、本実施形態では、サブシステムSS1には426.2625MHzの周波数チャンネルが、サブシステムSS2には426.2875MHzの周波数チャンネルが、サブシステムSS3には426.3125MHzの周波数チャンネルが、それぞれ割り当てられる。

[0064] すなわち、子機Sijは、サブシステムSSi毎に割り当てられた周波数チャンネルで無線信号（第2無線信号）を送信するように構成される。換言すれば、複数のサブシステムSSiのそれぞれには異なる周波数チャンネルが割り当てられる。子機Sijは、自身が属するサブシステムSSiに割り当てられた周波数チャンネルで第2無線信号を送信するように構成される。

[0065] また本実施形態では、親機MiもサブシステムSSi毎に割り当てられ且

つ互いに異なる周波数チャンネルで無線信号を送信することにより、無線通信部12が送信時と受信時とで周波数チャンネルを変更する手間を無くしている。すなわち、親機 $M_i$ は、サブシステム $SS_i$ 毎に割り当てられた周波数チャンネルで無線信号（第1無線信号）を送信するように構成される。換言すれば、親機 $M_i$ は、自身が属するサブシステム $SS_i$ に割り当てられた周波数チャンネルで第1無線信号を送信するように構成される。

[0066] さらに本実施形態では、図1に示すように各サブシステム $SS_i$ の子機 $S_{ij}$ が時分割多重方式で無線信号（通知メッセージを含む無線信号）を親機 $M_i$ へ送信（返信）することにより、子機 $S_{ij}$ から送信される無線信号同士の衝突をできるだけ回避している。

[0067] すなわち、送信期間（上り区間） $UT$ が複数（子機 $S_{ij}$ の台数よりも少なくない個数）のタイムスロット（以下、スロットと略す。）に分割され、それぞれのサブシステム $SS_i$ の親機 $M_i$ により、各サブシステム $SS_i$ 毎に各子機 $S_{ij}$ にそれぞれ重複しないように1つずつスロットが割り当てられている。換言すれば、親機 $M_i$ は、第2期間（上り区間） $UT$ において、複数のタイムスロットを用意するように構成される。親機 $M_i$ は、自身が属するサブシステム $SS_i$ に含まれる複数の子機 $S_{ij}$ のそれぞれにタイムスロットを割り当てるように構成される。特に本実施形態では、複数のサブシステム $SS_i$ は、互いに同期した同じ数のタイムスロットを有している。また、同期しているタイムスロットには共通のスロット番号が割り当てられている。

[0068] 例えば、複数のスロットに先頭から順番に1, 2, ...とスロット番号が付けられているとしたとき、各子機 $S_{ij}$ には識別符号の子機番号 $j$ と同じスロット番号が割り当てられている。したがって、子機 $S_{ij}$ の送信期間（上り区間） $UT$ が開始されると、子機番号が1番の子機 $S_{i1}$ から順番に、子機制御部20が、割り当てられたスロット番号のスロットで無線信号（第2無線信号）を親機 $M_i$ へ送信させるので、同じサブシステム $SS_i$ に属する子機 $S_{ij}$ 同士の間で無線信号（第2無線信号）が衝突するのを防ぐことが

できる（図1参照）。ただし、子機 $S_{ij}$ から親機 $M_i$ への返信方法は時分割多重方式に限定されるものではなく、例えば、キャリア検知多重アクセス方式などの他の方式であっても構わない。

[0069] ところで、各サブシステム $SS_i$ においては、子機制御部20でカウントされる間欠受信周期（休止期間）が同期しておらず、子機 $S_{ij}$ が間欠受信を行うタイミングが揃わない。そのために親機制御部10は、親機送信期間 $T_i$ を間欠受信周期よりも長くして全ての子機 $S_{ij}$ で無線信号（第1無線信号）が受信できるようにしており、その結果、全ての親機 $M_i$ が無線信号（第1無線信号）の送信を完了するまでの親機送信期間 $T_i$ も長くなってしまふという問題が生じる。

[0070] そこで、各子機 $S_{ij}$ の子機制御部20は、火災を検知していない状況（例えば、システムの運用開始時又は運用開始から1乃至数時間内）において、親機 $M_i$ から定期的に同報される無線信号（例えば、定期監視メッセージを含む無線信号）の受信タイミングに基づき、間欠受信周期（休止期間）のカウントを開始するタイミングを調整している。具体的には、各子機 $S_{ij}$ の無線通信部22で定期監視メッセージを含む無線信号が受信されると、子機制御部20がタイマによる間欠受信周期のカウントを中止させるとともに前記無線信号の終了時点から一定の待機時間が経過した時点でタイマによる間欠受信周期のカウントを再開させる。したがって、定期監視メッセージを含む無線信号が受信された後は、各子機制御部20において間欠受信周期のカウントが完了するタイミングが揃うことになる。すなわち、同じサブシステム $SS_i$ に属する複数の子機 $S_{ij}$ の全てに関して、間欠受信周期を同期させることができる。そして、サブシステム $SS_i$ 内の全ての子機 $S_{ij}$ における間欠受信周期が同期していれば、子機 $S_{ij}$ が間欠受信するタイミング（すなわち、子機 $S_{ij}$ が第1無線信号の検出を行うタイミング）に合わせて親機制御部10が無線信号（第1無線信号）を送信することができ、親機 $M_i$ が無線信号（第1無線信号）を送信する期間（親機送信期間 $T_i$ ）を短縮することができる。

[0071] このように子機  $S_{ij}$  は、所定の休止期間が経過する毎に、第1無線信号が存在しているか否かを判定するように構成される。子機  $S_{ij}$  は、第1無線信号が存在していると判定すると第1無線信号の受信を開始するように構成される。子機  $S_{ij}$  は、子機  $S_{ij}$  が第1無線信号を受信したタイミングに基づいて、開始タイミング（子機  $S_{ij}$  が休止期間を開始するタイミング）が自身と同じサブシステム  $SS_i$  に属する子機  $S_{ij}$  と一致するように、開始タイミングを調整するように構成される。

[0072] ただし、複数台の親機  $M_i$  が時分割で無線信号を送信するためには、各サブシステム  $SS_i$  における間欠受信周期（休止期間）の開始タイミングが他のサブシステム  $SS_j$  ( $i \neq j$ ) における間欠受信周期（休止期間）の開始タイミングと重ならないように調整する必要がある。そのために本実施形態では、親機  $M_i$  同士が通信線  $L_s$  を介して有線通信を行い、定期監視を実行するタイミング（定期監視メッセージを含む無線信号を送信するタイミング）を所定の遅延時間  $\Delta T$  だけずらすようにしている。なお、この遅延時間  $\Delta T$  は、各サブシステム  $SS_i$  における親機送信期間  $T_i$  よりも短くない時間 ( $\Delta T \geq T_i$ ) であればよい（図5参照）。すなわち、親機  $M_i$  は、通信線  $L_s$  を介して他のサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  と通信するように構成される。親機  $M_i$  は、第1期間  $DT$  内で第1無線信号を送信する期間（親機送信期間）  $T_i$  を、通信線  $L_s$  を介して他のサブシステム  $SS_i$  から得た情報に基づいて決定するように構成される。ここで、前記情報は、例えば、次に第1無線信号を送信する親機  $M_i$  の識別符号を示す。例えば、親機  $M_i$  は、第1無線信号の送信を終了すると、次に第1無線信号を送信する親機  $M_i$  を示す識別符号を通信線  $L_s$  を通じて他の親機  $M_i$  に送信する。親機  $M_i$  は、通信線  $L_s$  を介して識別符号を受け取ると、受け取った識別符号が自身の識別符号を示しているか否かを確認する。親機  $M_i$  は、受け取った識別符号が自身の識別符号と一致していれば第1無線信号の送信を開始し、受け取った識別符号が自身の識別符号と一致していなければ次の識別符号を待つ。

[0073] あるいは、この無線通信システムにおいて、サブシステム  $SS_i$  の子機  $S$

$i, j$  は、所定の休止期間が経過する毎に無線信号の電波をチェックし、当該電波が捉えられれば無線信号の受信を継続し、前記電波が捉えられなければ無線信号の受信を止めて休止する間欠受信を行うとともに、サブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  から定期的に同報される無線信号の受信タイミングに基づき、他のサブシステム  $SS_i$  における前記休止期間の開始タイミングと重ならないように前記休止期間を開始するタイミングを調整することが好ましい。

[0074] ところで、上述のように各サブシステム  $SS_i$  の間欠受信タイミングが遅延時間  $\Delta T$  だけずれながら同期している場合（図5参照）、各親機  $M_i$  に対して無線信号の送信が指示されたタイミング（監視装置  $X$  から点検開始メッセージを受け取ったタイミング）に応じて、任意の親機  $M_i$  が最初に無線信号を送信することが望ましい。

[0075] すなわち、好ましくは、最初の親機  $M_i$  が無線信号（第1無線信号）を送信してから、最後の親機  $M_i$  が無線信号（第1無線信号）の送信を終了するまでの親機送信期間  $T_i$  の合計（すなわち、下り区間  $DT$ ）が固定されている。複数の親機  $M_i$  に対して無線信号（第1無線信号）の送信が指示されたタイミングに応じて、複数の親機  $M_i$  のうちの任意の親機  $M_i$  が最初に無線信号（第1無線信号）を送信する。

[0076] つまり、親機  $M_i$  は、第1無線信号の送信の指示を受け取ると、指示を受け取ったタイミングに応じて第1無線信号の送信を行うように構成される。

[0077] 図5に示す例では、親機  $M_i$  は、自身が属するサブシステム  $SS_i$  の間欠受信タイミング（ $P_1, P_2, P_3$ ）を記憶している。親機  $M_i$  は、監視装置  $X$  から点検開始メッセージを受け取ると、通信線  $L_s$  を通じて、次の間欠受信タイミングの時刻を他の親機  $M_i$  に送信する。親機  $M_i$  は、自身の次の間欠受信タイミングの時刻を他の親機  $M_i$  の次の間欠受信タイミングの時刻と比較する。親機  $M_i$  は、自身の次の間欠受信タイミングの時刻が最も早ければ、次の間欠受信タイミングにあわせて第1無線信号の送信を開始する。この例では、最初に第1無線信号を送信する親機  $M_i$  に応じて、複数の親機  $M_i$  が第1無線信号を送信する順番が決定される。例えば、親機  $M_1$  が最初

に第1無線信号を送信した場合、順番は親機M1, M2, M3となる。親機M2が最初に第1無線信号を送信した場合、順番は親機M2, M3, M1となる。親機M3が最初に第1無線信号を送信した場合、順番は親機M3, M1, M2となる。この場合の動作を次に説明する。

[0078] 例えば、サブシステムSS1の間欠受信タイミング（図5における一番上の△印参照）P1が経過してからサブシステムSS2の間欠受信タイミング（図5における上から2番目の△印参照）P2に達するまでに、各親機Miが監視装置Xから点検開始メッセージを受け取ったとする。この場合、点検開始メッセージを受け取った時点以降で最初に間欠受信タイミングに達する親機Mi、すなわち、サブシステムSS2の親機M2が最初に無線信号（点検開始メッセージを含む無線信号）の送信を開始する。そして、親機M2の親機送信期間T2が終了すれば、2番目に間欠受信タイミングに達する親機Mi、すなわち、サブシステムSS3の親機M3が無線信号の送信を開始する。さらに親機M3の親機送信期間T3が終了すれば、最後に間欠受信タイミングに達する親機Mi、すなわち、サブシステムSS1の親機M1が無線信号の送信を開始する。なお、最初に無線信号の送信を開始する親機M2の親機制御部10は、他の親機M1, M3に対して、最初に無線信号の送信を開始する旨のメッセージを含む信号を有線通信部14より送信させる。故に、他の親機M1, M3の親機制御部10では、最初に無線信号の送信を開始する親機M2が決まったことにより、自らが無線信号の送信を開始する順番を知ることができる。そして、各親機Miの親機制御部10は、点検開始メッセージとともに送信の順番を含む無線信号を無線通信部12よりそれぞれの子機Sijへ送信させる。したがって、各子機Sijの子機制御部20は、親機Miから知らされる送信の順番に基づいて、親機Miに無線信号を送信するための送信期間（上り区間）の開始タイミングを決定することができる。

[0079] なお、親機Miは、自身の次の間欠受信タイミングの時刻を他の親機Miの次の間欠受信タイミングの時刻と比較し、第1無線信号を送信する順番を

決定してもよい。たとえば、親機 $M_i$ は、自身の次の間欠受信タイミングの時刻の順番を決定し、決定された順番に従って第1無線信号を送信するように構成されていてもよい。

[0080] 上述のように複数の親機 $M_i$ に対して無線信号の送信が指示されたタイミングに応じて複数の親機 $M_i$ のうちの任意の親機 $M_i$ が最初に無線信号を送信すれば、トータルの親機送信期間が各親機 $M_i$ の親機送信期間 $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ の合計(=  $T_1 + T_2 + T_3$ )よりも長くならずに済むという利点がある。

[0081] ところで、上述したように各サブシステム $SS_i$ の子機 $S_{ij}$ が無線信号を送信(返信)する送信期間が重なっている場合、例え周波数チャンネルが異なっているとしても、各サブシステム $SS_i$ の間で無線信号の干渉が生じる虞がある。例えば、サブシステム $SS_1$ の親機 $M_1$ と子機 $S_{11}$ との距離に対して、当該親機 $M_1$ と他のサブシステム $SS_2$ の子機 $S_{21}$ との距離が相当に短い場合を想定する。図6は親機 $M_1$ の無線通信部12で受信される無線信号の電界強度を示し、実線 $\alpha$ が同じサブシステム $SS_1$ の子機 $S_{11}$ から送信された無線信号の電界強度、破線 $\beta$ が他のサブシステム $SS_2$ の子機 $S_{21}$ から送信された無線信号の電界強度を示している。これら2種類の無線信号の周波数チャンネルのチャンネル間隔が比較的に狭いため、サブシステム $SS_1$ の周波数チャンネルにおける電界強度(電力)と、サブシステム $SS_2$ の周波数チャンネルの隣接チャンネル漏洩電力との差が小さくなっている。その結果、親機 $M_1$ の無線通信部12から見ると、隣のサブシステム $SS_2$ の子機 $S_{21}$ から送信された無線信号が干渉してしまい、本来受信すべき子機 $S_{11}$ の無線信号が受信できない可能性がある。

[0082] このような場合、親機 $M_1$ の親機制御部10は、無線信号が受信できなかった子機 $S_{11}$ に対して再度無線信号を送信する。このとき、他のサブシステム $SS_2$ では親機 $M_2$ が無線信号を送信しておらず、子機 $S_{21}$ から無線信号が返信されることがない。よって、子機 $S_{11}$ から返信される無線信号を親機 $M_1$ の無線通信部12で正常に受信することができる。このように親

機M 1 から無線信号を再送すれば、1 回目に無線信号が受信できなかった子機S 1 1 から改めて無線信号を受信することができるが、次回以降の点検においても同様に無線信号の干渉が生じる可能性が高い。

[0083] ここで、上述のような無線信号の干渉が生じるのは、2 台の子機S 1 1, S 2 1 に割り当てられているスロット（スロット番号）が重なっている場合に限られる。したがって、上述のような無線信号の干渉が生じた場合、2 台の子機S 1 1, S 2 1 のスロットが重ならないようにサブシステムS S 1 の子機S 1 1 に対するスロットの割り当てを変更すれば、次回以降の点検において、無線信号の干渉を回避できる可能性が高いと考えられる。つまり、干渉する無線信号（子機S 2 1 から送信された無線信号）の電界強度に変化はないが、本来受信すべき子機S 1 j から送信された無線信号の電界強度が高くなれば、干渉による影響が少なくなって当該無線信号を受信することができる。

[0084] すなわち、各サブシステムS S i において、当該サブシステムS S i に属する複数の子機S i j は、送信期間（上り区間）U T が分割された複数のタイムスロットのうちで親機M i から割り当てられたタイムスロットで無線信号（第2無線信号）を送信し、当該サブシステムS S i に属する親機M i は、返信の無線信号（第2無線信号）が受信できない子機S i j があつた場合、当該子機S i j に対するタイムスロットの割り当てを変更するように構成される。

[0085] 換言すれば、各サブシステムS S i は、複数の子機S i j を含む。親機M i は、第2期間（上り区間）U T において、複数のタイムスロットを用意するように構成される。親機M i は、自身が属するサブシステムS S i に含まれる複数の子機S i j のそれぞれにタイムスロットを割り当てるように構成される。子機S i j は、割り当てられたタイムスロットを用いて第2無線信号を自身が属するサブシステムに含まれる親機M i に送信するように構成される。親機M i は、自身が属するサブシステムS S i に含まれる複数の子機S i j に関して、無応答子機が存在するか否かを判定するように構成される。

。無応答子機は、親機 $M_i$ が第2無線信号を受信できなかった子機 $S_{ij}$ である。親機 $M_i$ は、無応答子機が存在すると判定した場合に、無応答子機のタイムスロットを別のタイムスロットに変更するように構成される。

[0086] 以下、親機 $M_1$ の親機制御部10が子機 $S_{1j}$ に対するスロットの割り当てを変更する際の手順を説明する。例えば、図7に示すように初期状態では1~ $n$ のスロット番号と1~ $N$ の子機番号とが一致するようにスロットが割り当てられているとし、親機制御部10が乱数を発生させて子機番号とスロット番号をランダムに入れ替えればよい。

[0087] すなわち、この無線通信システムにおいて、親機 $M_i$ は、子機 $S_{ij}$ に対するタイムスロットの割り当てをランダムに変更することが好ましい。換言すれば、親機 $M_i$ は、前記別のタイムスロットを複数のタイムスロットからランダムに選択するように構成される。

[0088] あるいは、図8に示すように子機番号1~ $N$ に対してスロット番号を1つずつずらして2~ $N$ 、1のスロット番号に入れ替える（初期のスロットに隣接するスロットに変更する）ようにしてもよい。

[0089] すなわち、この無線通信システムにおいて、親機 $M_i$ は、子機 $S_{ij}$ に対するタイムスロットを、当該タイムスロットに隣接するタイムスロットに変更することが好ましい。換言すれば、親機 $M_i$ は、無応答子機に割り当てられたタイムスロットに隣接するタイムスロットを前記別のタイムスロットとして選択するように構成される。

[0090] あるいは、図9に示すように無線信号を受信できなかった子機 $S_{13}$ と、無線信号を受信できた子機 $S_{1m}$ との間でスロットを入れ替えてもよい。

[0091] すなわち、この無線通信システムにおいて、親機 $M_i$ は、子機 $S_{ij}$ に対するタイムスロットを、返信の無線信号を受信できた子機 $S_{ij}$ に対するタイムスロットと入れ替えることが好ましい。換言すれば、親機 $M_i$ は、無応答子機が存在すると判定した場合に、無応答子機のタイムスロットを、親機 $M_i$ が第2無線信号を受信できた子機 $S_{ij}$ に割り当てられたタイムスロットと入れ替えるように構成される。

- [0092] このとき、無線信号が受信できた子機  $S_{1j}$  のうちで当該無線信号を受信したときのRSSI信号の値が最も高かった子機  $S_{1j}$  との間でスロットを入れ替えることが好ましい。
- [0093] すなわち、この無線通信システムにおいて、親機  $M_i$  は、子機  $S_{ij}$  に対するタイムスロットを、返信の無線信号が受信できた子機  $S_{ij}$  のうちで当該無線信号の受信レベルが最も高い子機  $S_{ij}$  に対するタイムスロットと入れ替えることが好ましい。換言すれば、親機  $M_i$  は、第2無線信号の受信レベルを測定するように構成される。親機  $M_i$  は、無応答子機が存在すると判定した場合に、無応答子機のタイムスロットを、第2無線信号の受信レベルが最も高い子機  $S_{ij}$  に割り当てられたタイムスロットと入れ替えるように構成される。
- [0094] また、サブシステム  $SS_i$  における子機  $S_{ij}$  の台数がスロットの個数よりも少なく且つ各子機  $S_{ij}$  には先頭のスロットから順番に詰めて割り当てられているものとする（図10, 11参照）。
- [0095] このような場合において、例えば、サブシステム  $SS_1$  における子機番号  $M$  の子機  $S_{1M}$  からの無線信号が受信できなければ、親機  $M_1$  の親機制御部10は、子機  $S_{1M}$  のスロットを、何れの子機  $S_{1j}$  にも割り当てられていない空きのスロットに変更すればよい（図10参照）。
- [0096] すなわち、この無線通信システムにおいて、サブシステム  $SS_i$  における子機  $S_{ij}$  の台数がタイムスロットの個数よりも少なく且つ当該各子機  $S_{ij}$  には先頭のタイムスロットから順番に詰めて割り当てられており、親機  $M_i$  は、子機  $S_{ij}$  に対するタイムスロットを、何れの子機  $S_{ij}$  にも割り当てられていないタイムスロットに変更することが好ましい。換言すれば、複数のタイムスロットは、子機  $S_{ij}$  に割り当てられていない予備のタイムスロット（空きのスロット）を含む。親機  $M_i$  は、予備のタイムスロットを別のタイムスロットとして選択するように構成される。
- [0097] さらに、空きスロットが複数ある場合においては、図11に示すように他のサブシステム  $SS_2$ ,  $SS_3$  の子機  $S_{2j}$ ,  $S_{3j}$  に割り当てられたスロ

ットと重ならない空きスロットに変更することが望ましい。

[0098] すなわち、この無線通信システムにおいて、サブシステム  $SS_i$  における子機  $S_{ij}$  の台数がタイムスロットの個数よりも少なく且つ当該各子機  $S_{ij}$  には先頭のタイムスロットから順番に詰めて割り当てられており、親機  $M_i$  は、子機  $S_{ij}$  に対するタイムスロットを、他のサブシステムの子機  $S_{ij}$  に割り当てられたタイムスロットと重ならないタイムスロットに変更することが好ましい。換言すれば、親機  $M_i$  は、他のいずれのサブシステム  $SS_i$  においても子機  $S_{ij}$  が第2無線信号を送信していない無電波期間が前記第2期間（上り区間） $UT$ にあるか否かを判定するように構成される。親機  $M_i$  は、前記第2期間  $UT$  に無電波期間があれば、無電波期間に対応するタイムスロットを、別のタイムスロットとして選択するように構成される。例えば、親機  $M_i$  は、子機  $S_{ij}$  に割り当てられているタイムスロットの番号を他の親機  $M_i$  に通信線  $L_s$  を通じて通知する。親機  $M_i$  は、いずれの子機  $S_{ij}$  にも割り当てられていないタイムスロットを、無電波期間に対応するタイムスロットと判定する。

[0099] 一方、上述のような空きスロットがない場合、他のサブシステム  $SS_i$  の子機  $S_{ij}$  から送信される無線信号の受信レベル（RSSI信号の値）を各親機  $M_i$  で事前に計測しておき、スロットの割り当てを変更する必要性が生じた際、受信レベルが相対的に小さいスロットと重なるスロットに変更することが好ましい。

[0100] すなわち、この無線通信システムにおいて、親機  $M_i$  は、他のサブシステムの子機  $S_{ij}$  が当該子機  $S_{ij}$  に割り当てられたタイムスロットで送信する無線信号の受信レベルを計測するとともに、返信の無線信号が受信できない子機  $S_{ij}$  があった場合、当該子機  $S_{ij}$  に対するタイムスロットを、受信レベルが相対的に小さいタイムスロットと重なるタイムスロットに変更することが好ましい。換言すれば、親機  $M_i$  は、第2期間（上り区間） $UT$  において他のサブシステム  $SS_i$  に属する子機  $S_{ij}$  からの第2無線信号の受信レベルを測定するように構成される。親機  $M_i$  は、受信レベルが所定の閾

値以下となる低電波期間が第2期間（上り区間）UTにあるか否かを判定するように構成される。親機M<sub>i</sub>は、第2期間（上り区間）UTに低電波期間があれば、低電波期間に対応するタイムスロットを、別のタイムスロットとして選択するように構成される。

[0101] 例えば、施工完了後にシステムが起動されると、図12に示すようにサブシステムSS1の親機M1から他の親機M2, M3へテストの開始を通知するメッセージを含む信号が信号線L<sub>s</sub>を介して各親機M<sub>i</sub>に送信されてテストが開始される。まず、親機M1の無線送信部12から無線信号が同報され、当該無線信号を受信した子機S1<sub>j</sub>から時分割多重方式で無線信号が返信（送信）される。他の親機M2, M3においては、無線通信部12を受信状態にしてサブシステムSS1におけるスロット毎の受信レベルを計測し、親機制御部10が、各スロット番号毎の計測値（RSSI信号の値）をメモリに記憶する。

[0102] 次に、親機M2の無線送信部12から無線信号が同報され、当該無線信号を受信した子機S2<sub>j</sub>から時分割多重方式で無線信号が返信（送信）される。他の親機M1, M3においては、無線通信部12を受信状態にしてサブシステムSS2におけるスロット毎の受信レベルを計測し、親機制御部10が、各スロット番号毎の計測値（RSSI信号の値）をメモリに記憶する。最後に、親機M3の無線送信部12から無線信号が同報され、当該無線信号を受信した子機S3<sub>j</sub>から時分割多重方式で無線信号が返信（送信）される。他の親機M1, M2においては、無線通信部12を受信状態にしてサブシステムSS3におけるスロット毎の受信レベルを計測し、親機制御部10が、各スロット番号毎の計測値（RSSI信号の値）をメモリに記憶する。ただし、必ずしも全てのスロットと受信レベルの計測値がメモリに記憶される必要は無く、例えば、計測値が最も小さいスロット番号のみ、あるいは計測値が所定のしきい値以下であるスロット番号のみがメモリに記憶されても構わない。

[0103] 上述のようにして各スロット毎の無線信号の干渉度合、すなわち、他のサ

ブシステム  $SS_i$  の子機  $S_{ij}$  から送信される無線信号の受信レベルを事前に計測しておけば、スロットの割り当てを変更する際、親機制御部 10 が受信レベルが最も小さいスロットや受信レベルがしきい値以下のスロットに変更して無線信号の干渉を回避することができる。なお、全てのスロットの計測値が親機制御部 10 のメモリに記憶されていれば、無線信号の干渉が複数のスロットで発生した場合、受信レベルの計測値が低いスロットから順番に変更することができる。

[0104] なお、各親機  $M_i$  の親機送信期間  $T_i$  は、その合計時間 ( $T_1 + T_2 + T_3$ ) が一定であるという条件を満たしていれば、固定されていてもよいし可変であってもよい。例えば、前回の子機  $S_{ij}$  からの返信率 (返信してきた子機  $S_{ij}$  の台数 ÷ 子機  $S_{ij}$  の総台数) が相対的に低いサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  が、監視装置 X からの指示に基づいて、次回の親機送信期間  $T_i$  を延長すれば、子機  $S_{ij}$  からの返信率の向上を図ることができる。ただし、親機送信期間  $T_i$  は、親機  $M_i$  から送信される無線信号 (フレーム) の連送回数が増減されることで変化 (延長又は短縮) される。なお、サブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  が親機送信期間  $T_i$  を変化させるに当たり、必ずしも監視装置 X からの指示に基づく必要は無い。例えば、各親機  $M_i$  の親機制御部 10 同士が有線通信によって互いに無線信号の送信開始及び停止のタイミングを通知し、先の親機  $M_i$  の親機送信期間  $T_i$  が終了した時点で、次の親機  $M_{i+1}$  が無線信号の送信 (親機送信期間  $T_{i+1}$ ) を開始してもよい。この場合、親機送信期間  $T_i$  の合計時間は、電波法などに規定されている送信時間の範囲内で延長可能である。上述のようにして子機  $S_{ij}$  からの返信率の向上を図れば、親機送信期間  $T_i$  が短かったために当該親機送信期間  $T_i$  の期間中に発生したノイズの影響で子機  $S_{ij}$  が受信できない事態を、親機送信期間  $T_i$  を長くすることで改善できる見込みがある。

[0105] (実施形態 2)

本実施形態は、図 13 に示すようにサブシステム  $SS_i$  に属し、当該サブ

システム  $S S_i$  の親機  $M_i$  から送信される無線信号を、当該サブシステム  $S S_i$  の子機  $S_{ij}$  の少なくとも一部に中継する中継機  $R$  を有する点に特徴がある。図示例では、サブシステム  $S S_1$  の親機  $M_1$  と子機  $S_{11}$  の間で中継機  $R$  が無線信号を中継している。

[0106] 中継機  $R$  は、センサ部及び有線通信部を持たない点を除いて、親機  $M_i$  とほぼ共通の構成を有しており、商用交流電源 100 から給電されている。なお、中継機  $R$  の識別符号は、子機  $S_{ij}$  と同様にシステム番号と子機番号の組み合わせであってもよいし、子機番号とは別の中継機番号とシステム番号との組み合わせであってもよい。

[0107] 例えば、子機  $S_{11}$  から発報メッセージを含む無線信号が送信されると、当該無線信号を受信した中継機  $R$  が、親機  $M_1$  に宛てて発報メッセージを含む無線信号を送信することにより、子機  $S_{11}$  から親機  $M_1$  への無線信号が中継機  $R$  で中継される。一方、親機  $M_1$  から無線信号（発報メッセージや定期監視メッセージなどを含む無線信号）が送信されると、当該無線信号を受信した中継機  $R$  が、子機  $S_{11}$  に宛てて発報メッセージを含む無線信号を送信することにより、親機  $M_1$  から子機  $S_{11}$  への無線信号が中継機  $R$  で中継される。

[0108] ここで、点検開始メッセージを含む無線信号の送信時のように、複数台の親機  $M_1 \sim M_3$  が連続して無線信号を送信する場合、中継機  $R$  が当該無線信号を中継するタイミングが重要となる。

[0109] 例えば、全ての親機  $M_1 \sim M_3$  が無線信号の送信を終了した後に中継機  $R$  が無線信号を送信（中継）する場合を想定する。この場合、図 16 に示すように監視装置  $X$  から点検開始メッセージの受け取るタイミング（図中の  $\Delta$  印）に応じて親機送信期間が変化する。つまり、図 16 の最上段に示すように、親機  $M_2$  が最初に無線信号を送信する場合、親機  $M_2$  に続いて親機  $M_3$  が送信した後、中継機  $R$  の送信期間  $T$  を過ぎてから親機  $M_1$  が送信し、さらに既に送信済の親機  $M_2$ 、 $M_3$  の送信期間  $T$  が過ぎてから中継機  $R$  が送信する。なぜなら、最初の中継機  $R$  の送信期間  $T$  においては、送信元の親機  $M_1$  の

送信が終了していないために無線信号の中継ができない。このため、親機送信期間  $T_M$  は、 $7 \times T < T_M < 8 \times T$  の範囲の時間となる。一方、図 16 の最下段に示すように、親機 M1 が最初に無線信号を送信する場合、親機 M1 に続いて親機 M2、M3 が送信した後に中継機 R が送信するので、親機送信期間  $T_M$  は、 $4 \times T < T_M < 5 \times T$  の範囲の時間となる。なお、これ以外の場合、親機送信期間  $T_M$  は、 $5 \times T < T_M < 6 \times T$  又は  $6 \times T < T_M < 7 \times T$  の範囲の時間となる（図 16 参照）。

[0110] 次に、親機 M1、M2 が無線信号の送信を終了した後に中継機 R が無線信号を送信（中継する）場合を想定する。図 15 の最上段に示すように、親機 M2 が最初に無線信号を送信する場合、親機 M2 の送信期間  $T$  が終了した後、中継機 R の送信期間  $T$  を過ぎてから親機 M3、M1 が続けて送信し、さらに既に送信済の親機 M2 の送信期間  $T$  が過ぎてから中継機 R が送信する。このため、親機送信期間  $T_M$  は、 $6 \times T < T_M < 7 \times T$  の範囲の時間となる。一方、図 15 の最下段に示すように、親機 M1 が最初に無線信号を送信する場合、親機 M1 に続いて親機 M2 が送信した後に中継機 R が送信し、中継機 R が送信した後に親機 M3 が送信するので、親機送信期間  $T_M$  は、 $4 \times T < T_M < 5 \times T$  の範囲の時間となる。なお、これ以外の場合、親機送信期間  $T_M$  は、 $4 \times T < T_M < 5 \times T$  又は  $5 \times T < T_M < 6 \times T$  の範囲の時間となる（図 15 参照）。

[0111] 最後に、中継元の親機 M1 が無線信号の送信を終了した後、次の親機 M2 が送信する前に中継機 R が無線信号を送信（中継）する場合を想定する。図 14 の最上段に示すように、親機 M1 の送信期間に相当する時間帯に監視装置 X から点検開始メッセージを受け取った場合、中継機 R の送信期間  $T$  が過ぎてから最初の親機 M2 が無線信号を送信し、さらに親機 M3、M1 が続けて送信した後、中継機 R が送信する。このため、親機送信期間  $T_M$  は、 $5 \times T < T_M < 6 \times T$  の範囲の時間となる。一方、これ以外の場合、親機 M1 ~ M3 並びに中継機 R が連続して無線信号を送信することができるため、親機送信期間  $T_M$  は、全て  $4 \times T < T_M < 5 \times T$  の範囲の時間となる（図 14 参

照)。

[0112] 以上述べた本実施形態の無線通信システムにおいて、サブシステム  $SS_i$  は、当該サブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  から送信される無線信号 (第1無線信号) を、当該サブシステム  $SS_i$  の子機  $S_{ij}$  の少なくとも一部に中継する中継機  $R$  を有し、当該中継機  $R$  は、中継元である親機  $M_i$  が無線信号 (第1無線信号) の送信を終了した後、他のサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  が無線信号 (第1無線信号) の送信を開始する前に無線信号 (第1無線信号) を中継することが好ましい。換言すれば、サブシステム  $SS_i$  は、親機  $M_i$  からの第1無線信号を子機  $S_{ij}$  に中継する中継器  $R$  を有する。中継器  $R$  は、自身が属するサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  から第1無線信号を受信すると、第1無線信号のインターバル期間に、第1無線信号を子機  $S_{ij}$  に送信するように構成される。インターバル期間は、中継器  $R$  が属するサブシステム  $SS_i$  の親機  $M_i$  が第1無線信号の送信を終了してから次の親機  $M_i$  が第1無線信号の送信を開始するまでの期間である。

[0113] 上述のように複数台の親機  $M_1 \sim M_3$  が連続して無線信号を送信する場合、中継元の親機  $M_1$  が無線信号の送信を終了した後、次の親機  $M_2$  が送信する前に中継機  $R$  が無線信号を送信 (中継) することにより、親機送信期間の短縮化が図れることになる。

[0114] ところで、図17に示すように中継機  $R_1$  で中継された無線信号を、さらに別の中継機  $R_2$  で中継することも可能である。

[0115] 例えば、子機  $S_{11}$  から発報メッセージを含む無線信号が送信されると、当該無線信号を受信した中継機  $R_2$  が、中継機  $R_1$  に宛てて発報メッセージを含む無線信号を送信 (中継) し、さらに当該無線信号を受信した中継機  $R_1$  が親機  $M_1$  に宛てて発報メッセージを含む無線信号を送信する。一方、親機  $M_1$  から無線信号 (発報メッセージや定期監視メッセージなどを含む無線信号) が送信されると、当該無線信号を受信した中継機  $R_1$  が中継機  $R_2$  に宛てて発報メッセージを含む無線信号を送信し、さらに当該無線信号を受信した中継機  $R_2$  が子機  $S_{11}$  に宛てて発報メッセージを含む無線信号を送信

することにより、親機M 1 から子機S 1 1 への無線信号が2台の中継機R 1 , R 2 で中継される。

[0116] このように複数台の中継機R 1 , R 2 を介して無線信号が中継される場合においても、図1 9 に示すように全ての親機M 1 ~M 3 が無線信号の送信を終了した後に中継機R 1 , R 2 が無線信号を中継するよりも、図1 8 に示すように中継元の親機M 1 が無線信号の送信を終了した後、次の親機M 2 が送信する前に中継機R 1 , R 2 が無線信号を中継する方が、親機送信期間の短縮化が図れる。

## 請求の範囲

[請求項1]

複数のサブシステムを備え、

前記複数のサブシステムのそれぞれは、1つの親機と、前記親機と無線通信を行う子機とを含み、

前記親機は、前記複数のサブシステムに共通する第1期間内に第1無線信号を送信し、前記第1期間後の前記複数のサブシステムに共通する第2期間に第2無線信号を待ち受けるように構成され、

前記子機は、前記第1無線信号を受信すると、前記第2期間に前記第2無線信号を送信するように構成され、

前記親機は、前記第1期間内で、他のサブシステムの前記親機と異なる期間に前記第1無線信号を送信するように構成される

ことを特徴とする無線通信システム。

[請求項2]

前記複数のサブシステムのそれぞれには異なる周波数チャンネルが割り当てられ、

前記子機は、自身が属するサブシステムに割り当てられた前記周波数チャンネルで前記第2無線信号を送信するように構成される

ことを特徴とする請求項1記載の無線通信システム。

[請求項3]

前記親機は、自身が属するサブシステムに割り当てられた前記周波数チャンネルで前記第1無線信号を送信するように構成される

ことを特徴とする請求項2記載の無線通信システム。

[請求項4]

前記子機は、所定の休止期間が経過する毎に、前記第1無線信号の有無を判定するように構成され、

前記子機は、前記第1無線信号が存在していると判定すると前記第1無線信号の受信を開始するように構成され、

前記子機は、前記子機が前記第1無線信号を受信したタイミングに基づいて、前記子機が前記休止期間を開始するタイミングである開始タイミングが自身と同じサブシステムに属する前記子機と一致するように、前記開始タイミングを調整するように構成される

ことを特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項に記載の無線通信システム。

[請求項5] 前記親機は、通信線を介して他のサブシステムの前記親機と通信するように構成され、

前記親機は、前記第 1 期間内で前記第 1 無線信号を送信する期間を、前記通信線を介して他のサブシステムから得た情報に基づいて決定するように構成される

ことを特徴とする請求項 4 記載の無線通信システム。

[請求項6] 前記親機は、前記第 1 無線信号の送信の指示を受け取ると、前記指示を受け取ったタイミングに応じて前記第 1 無線信号の送信を行うように構成される

ことを特徴とする請求項 1～3 のうちいずれか 1 項記載の無線通信システム。

[請求項7] 前記各サブシステムは、複数の前記子機を含み、

前記親機は、前記第 2 期間において、複数のタイムスロットを用意するように構成され、

前記親機は、自身が属するサブシステムに含まれる前記複数の子機のそれぞれに前記タイムスロットを割り当てるように構成され、

前記子機は、割り当てられたタイムスロットを用いて前記第 2 無線信号を自身が属するサブシステムに含まれる前記親機に送信するように構成され、

前記親機は、自身が属するサブシステムに含まれる前記複数の子機に関して、無応答子機が存在するか否かを判定するように構成され、

前記無応答子機は、前記親機が前記第 2 無線信号を受信できなかった前記子機であり、

前記親機は、前記無応答子機が存在すると判定した場合に、前記無応答子機の前記タイムスロットを別のタイムスロットに変更するように構成される

ことを特徴とする請求項 1～3 のうちいずれか 1 項記載の無線通信システム。

[請求項8] 前記親機は、前記別のタイムスロットを前記複数のタイムスロットからランダムに選択するように構成される

ことを特徴とする請求項 7 記載の無線通信システム。

[請求項9] 前記親機は、前記無応答子機に割り当てられた前記タイムスロットに隣接するタイムスロットを前記別のタイムスロットとして選択するように構成される

ことを特徴とする請求項 7 記載の無線通信システム。

[請求項10] 前記親機は、前記無応答子機が存在すると判定した場合に、前記無応答子機の前記タイムスロットを、前記親機が前記第 2 無線信号を受信した前記子機に割り当てられた前記タイムスロットと入れ替えるように構成される

ことを特徴とする請求項 7 記載の無線通信システム。

[請求項11] 前記親機は、前記第 2 無線信号の受信レベルを測定するように構成され、

前記親機は、前記無応答子機が存在すると判定した場合に、前記無応答子機の前記タイムスロットを、前記第 2 無線信号の前記受信レベルが最も高い前記子機に割り当てられた前記タイムスロットと入れ替えるように構成される

ことを特徴とする請求項 10 記載の無線通信システム。

[請求項12] 前記複数のタイムスロットは、前記子機に割り当てられていない予備のタイムスロットを含み、

前記親機は、前記予備のタイムスロットを前記別のタイムスロットとして選択するように構成される

ことを特徴とする請求項 7 記載の無線通信システム。

[請求項13] 前記親機は、他のいずれの前記サブシステムにおいても前記子機が前記第 2 無線信号を送信していない無電波期間が前記第 2 期間にある

か否かを判定するように構成され、

前記親機は、前記第2期間に前記無電波期間があれば、前記無電波期間に対応する前記タイムスロットを、前記別のタイムスロットとして選択するように構成される

ことを特徴とする請求項7記載の無線通信システム。

[請求項14]

前記親機は、前記第2期間において他の前記サブシステムに属する前記子機からの前記第2無線信号の受信レベルを測定するように構成され、

前記親機は、前記受信レベルが所定の閾値以下となる低電波期間が前記第2期間にあるか否かを判定するように構成され、

前記親機は、前記第2期間に前記低電波期間があれば、前記低電波期間に対応する前記タイムスロットを、前記別のタイムスロットとして選択するように構成される

ことを特徴とする請求項7記載の無線通信システム。

[請求項15]

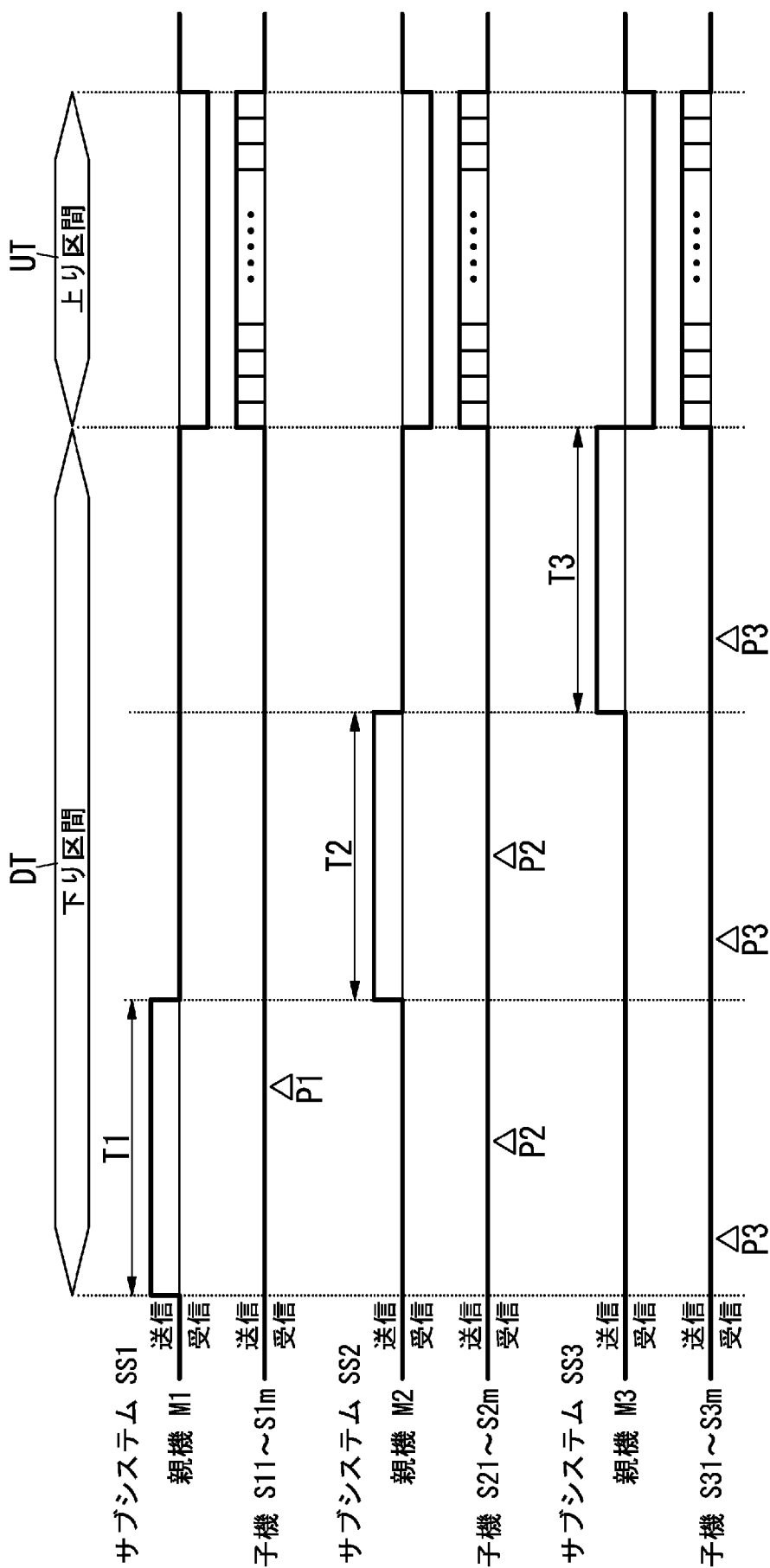
前記サブシステムは、前記親機からの前記第1無線信号を前記子機に中継する中継器を有し、

前記中継器は、自身が属するサブシステムの前記親機から前記第1無線信号を受信すると、前記第1無線信号のインターバル期間に、前記第1無線信号を前記子機に送信するように構成され、

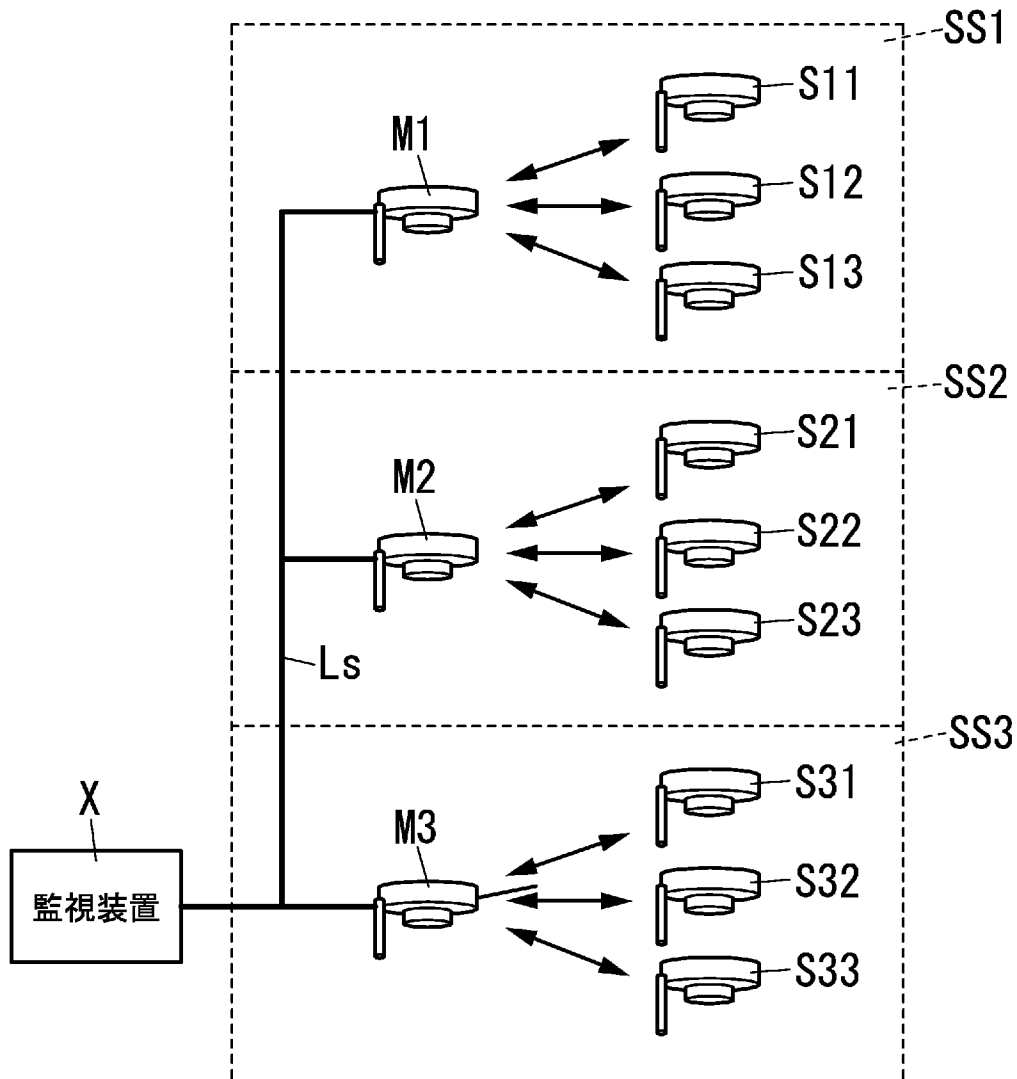
前記インターバル期間は、前記中継器が属する前記サブシステムの前記親機が前記第1無線信号の送信を終了してから次の前記親機が前記第1無線信号の送信を開始するまでの期間である

ことを特徴とする請求項1～3のうちいずれか1項記載の無線通信システム。

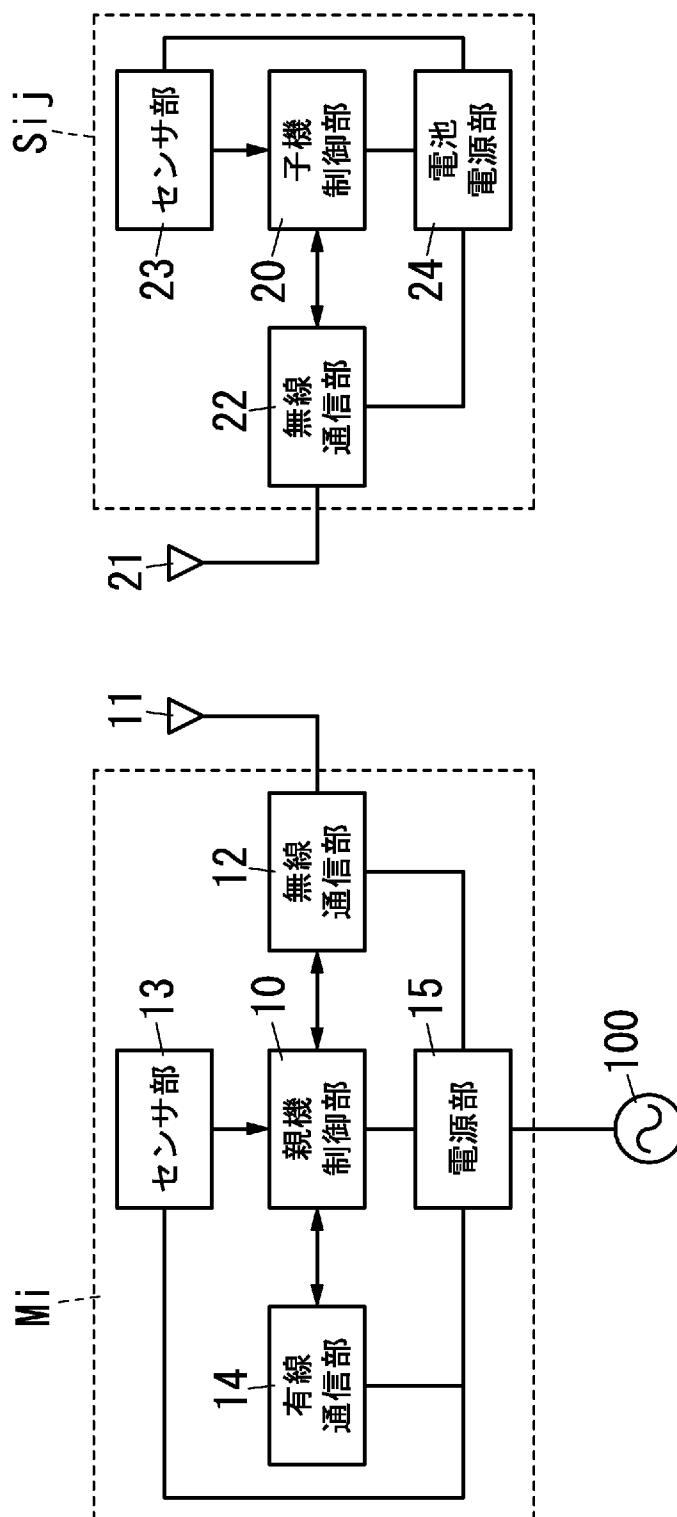
[図1]



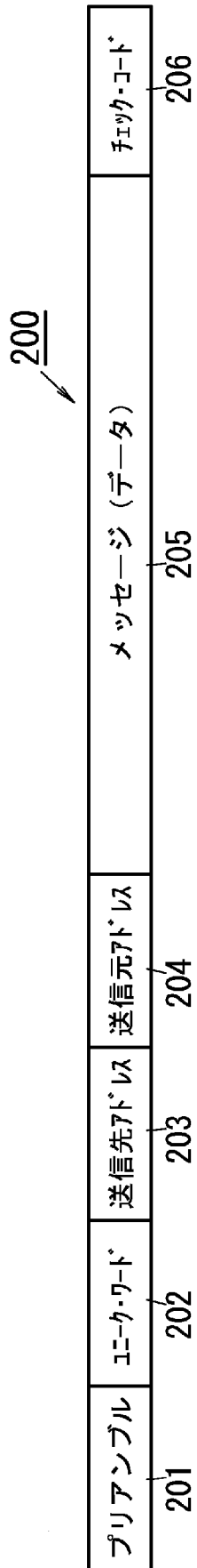
[図2]



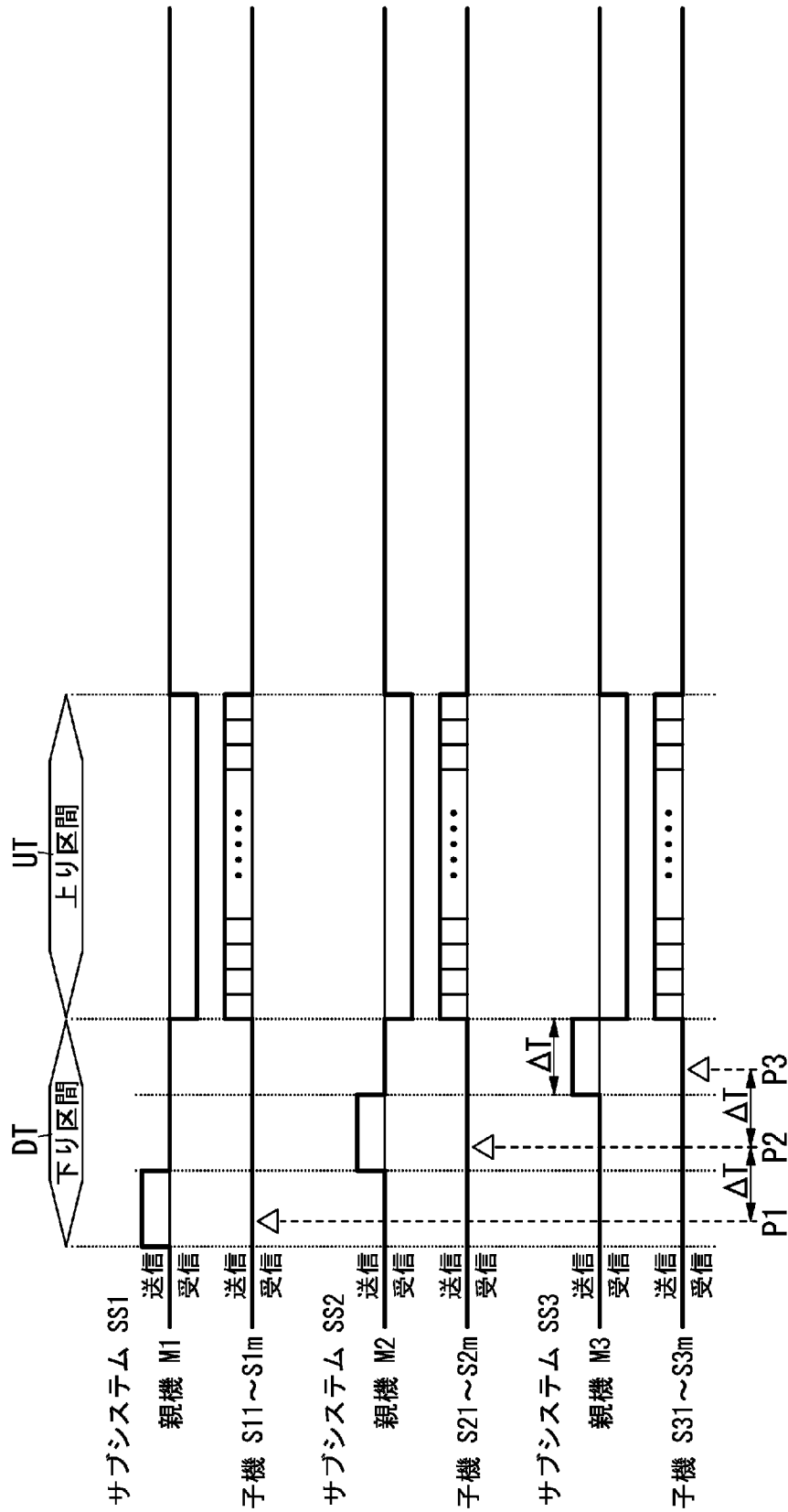
[図3]



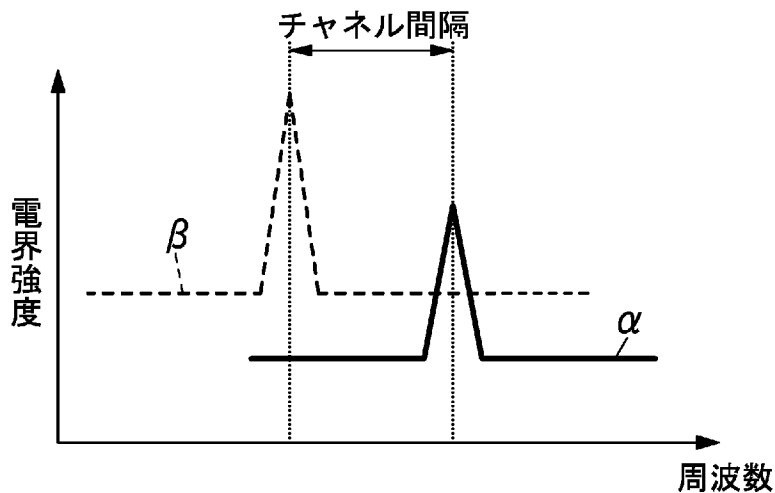
[図4]



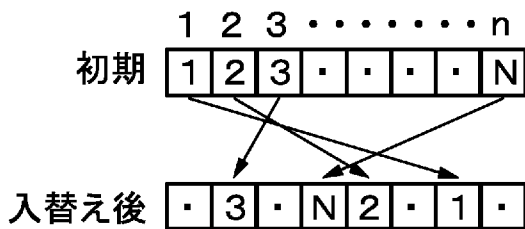
[図5]



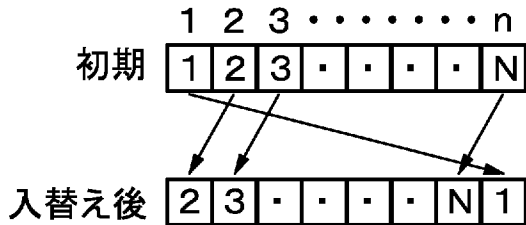
[図6]



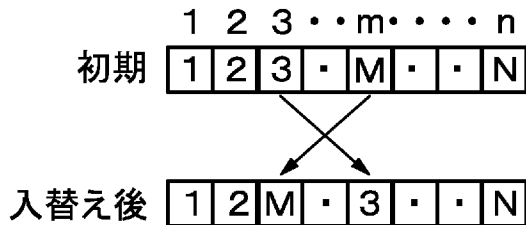
[図7]



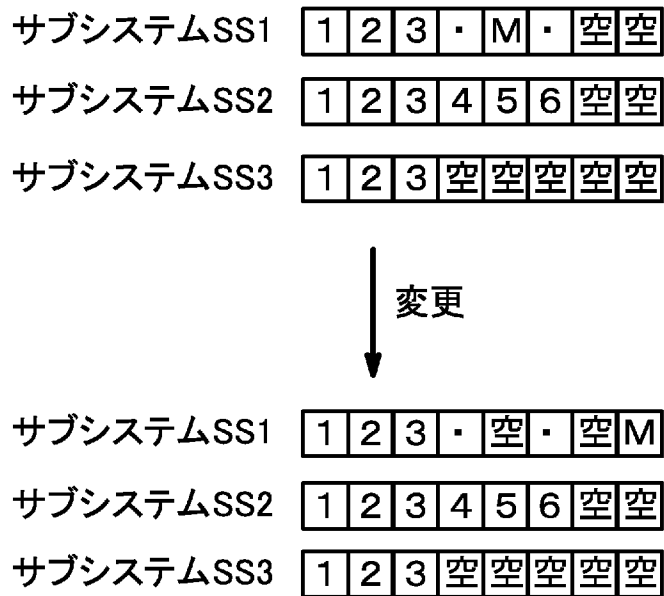
[図8]



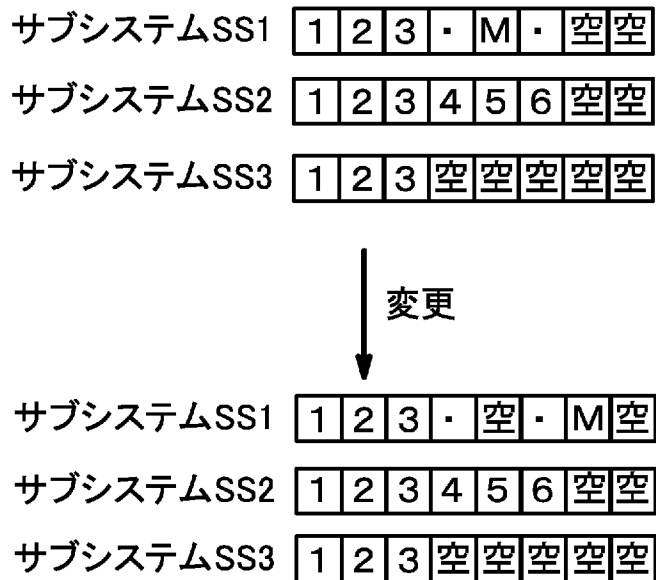
[図9]



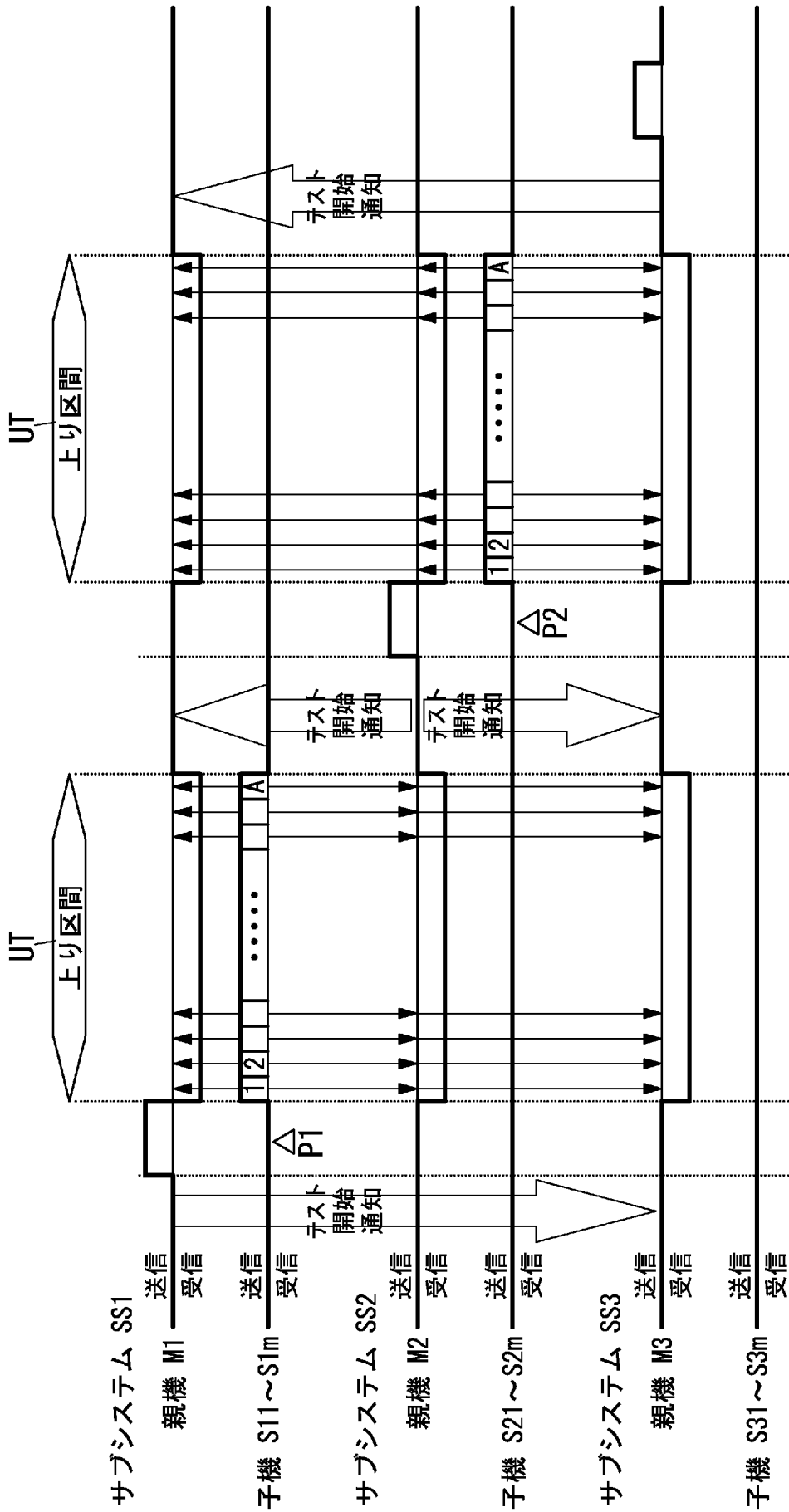
[図10]



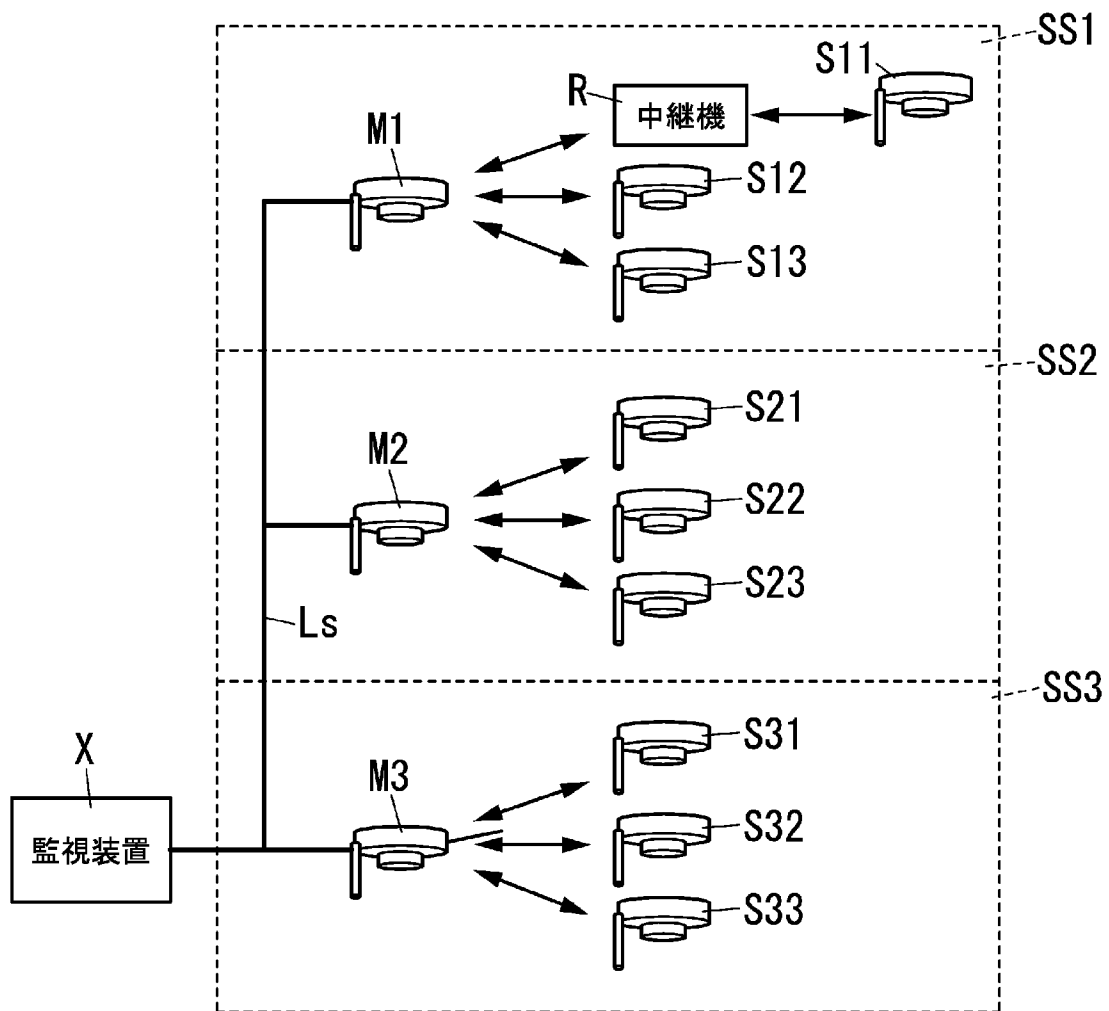
[図11]



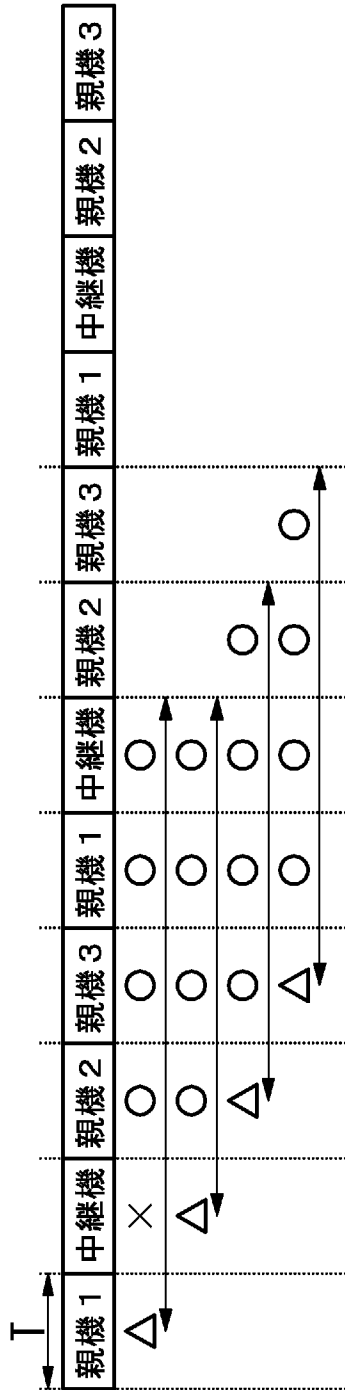
[図12]



[図13]



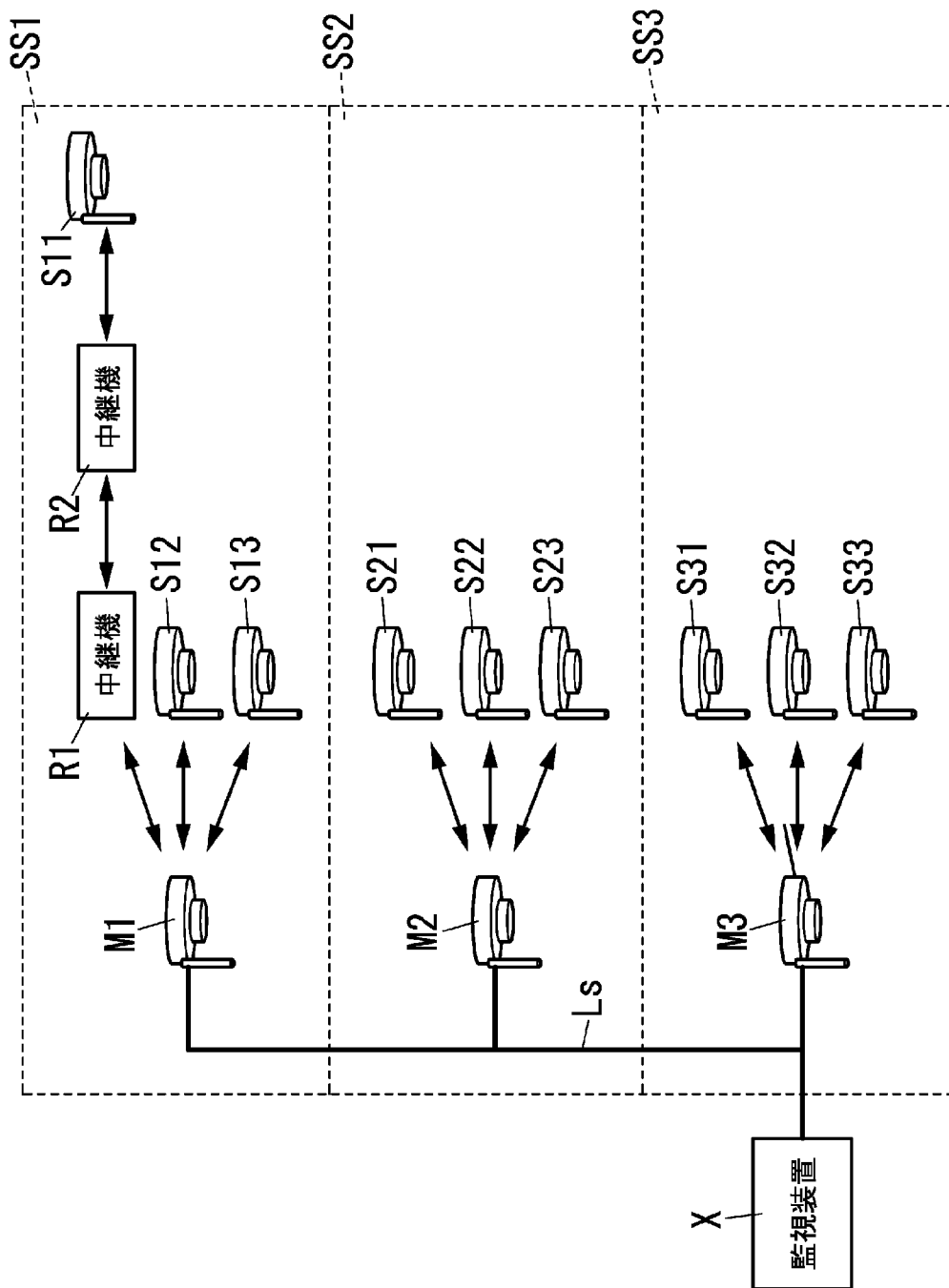
[図14]



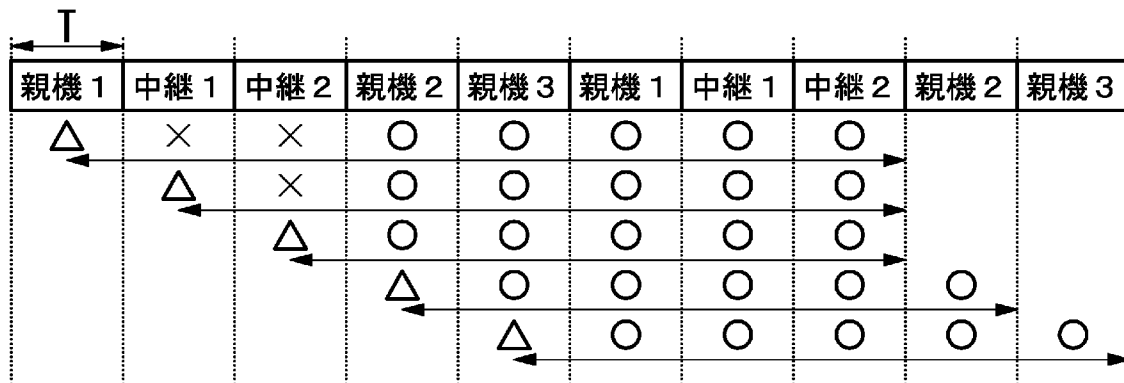




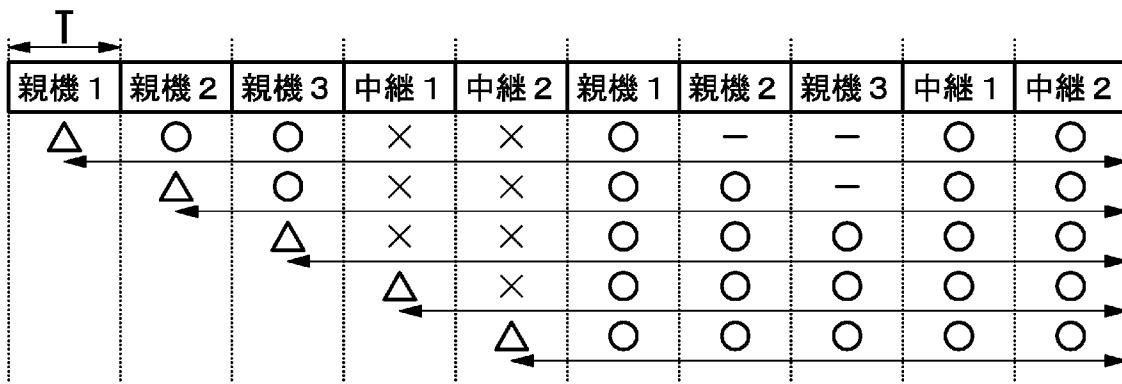
[圖17]



[図18]



[図19]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/052297

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W72/04(2009.01)i, G08B17/00(2006.01)i, G08B25/10(2006.01)i, H04J3/00(2006.01)i, H04W4/04(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)

H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00, G08B17/00, G08B23/00-31/00, H04J3/00-3/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X Y A	JP 9-023280 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 21 January 1997 (21.01.1997), paragraphs [0011], [0016], [0022] to [0030] (Family: none)	1-4, 6 7-15 5
Y A	JP 2004-127176 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 April 2004 (22.04.2004), paragraphs [0024] to [0078] (Family: none)	7-14 1-6, 15
Y A	JP 2009-065337 A (Sharp Corp.), 26 March 2009 (26.03.2009), paragraph [0027] (Family: none)	7-14 1-6, 15

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  
13 April, 2012 (13.04.12)

Date of mailing of the international search report  
24 April, 2012 (24.04.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/052297

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2010-226569 A (Panasonic Corp.), 07 October 2010 (07.10.2010), paragraphs [0020] to [0022] (Family: none)	15 1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04W72/04(2009.01)i, G08B17/00(2006.01)i, G08B25/10(2006.01)i, H04J3/00(2006.01)i, H04W4/04(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. H04B7/24-7/26, H04W4/00-99/00, G08B17/00, G08B23/00-31/00, H04J3/00-3/26

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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
X Y A	JP 9-023280 A (東京瓦斯株式会社) 1997.01.21, 段落【0011】, 【0016】, 【0022】 - 【0030】 (ファミリーなし)	1-4, 6 7-15 5
Y A	JP 2004-127176 A (松下電器産業株式会社) 2004.04.22, 段落【0024】 - 【0078】 (ファミリーなし)	7-14 1-6, 15
Y A	JP 2009-065337 A (シャープ株式会社) 2009.03.26, 段落【0027】 (ファミリーなし)	7-14 1-6, 15

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

13.04.2012

国際調査報告の発送日

24.04.2012

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
 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)

阿部 圭子

5 J

4682

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
Y A	JP 2010-226569 A (パナソニック株式会社) 2010.10.07, 段落【020】 - 【0022】 (ファミリーなし)	15 1-14