

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7514083号
(P7514083)

(45)発行日 令和6年7月10日(2024.7.10)

(24)登録日 令和6年7月2日(2024.7.2)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 4 M	3/00 (2024.01)	H 0 4 M	3/00	E
H 0 5 K	7/20 (2006.01)	H 0 5 K	7/20	H
H 0 4 B	17/18 (2015.01)	H 0 4 B	17/18	
H 0 4 B	17/29 (2015.01)	H 0 4 B	17/29	3 0 0
H 0 4 M	11/00 (2006.01)	H 0 4 M	11/00	
請求項の数 12 (全32頁)				
(21)出願番号	特願2020-14129(P2020-14129)	(73)特許権者	000004330	
(22)出願日	令和2年1月30日(2020.1.30)		日本無線株式会社	
(65)公開番号	特開2021-121072(P2021-121072 A)	(74)代理人	110002516	
(43)公開日	令和3年8月19日(2021.8.19)		弁理士法人白坂	
審査請求日	令和5年1月23日(2023.1.23)	(72)発明者	前田 智志	
			東京都三鷹市牟礼六丁目 2 1 番 1 1 号	
			日本無線株式会社内	
		(72)発明者	河上 省吾	
			東京都三鷹市牟礼六丁目 2 1 番 1 1 号	
			日本無線株式会社内	
		(72)発明者	丹下 透	
			東京都三鷹市牟礼六丁目 2 1 番 1 1 号	
			日本無線株式会社内	
		(72)発明者	寺田 賢司	
				最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線通信ユニット

(57)【特許請求の範囲】
【請求項 1】

移動端末との間で 3 G P P 仕様に基づく無線通信を行う無線通信部と、基地局機能プログラム記憶部と、本体立上げ指令を受信することにより前記基地局機能プログラム記憶部に格納された基地局機能プログラムを立ち上げて実行し前記無線通信部に対する無線通信制御を行う基地局コンピュータとを備えた無線基地局モジュールと、前記無線基地局モジュールに有線接続され、E P C (Evolved Packet Core) 機能プログラム記憶部と、本体立上げ指令を受信することにより前記 E P C 機能プログラム記憶部に格納された E P C 機能プログラムを立ち上げて実行するとともに、該実行に基づき前記無線基地局モジュールに対する上位ネットワーク制御を行う E P C コンピュータとを備えた E P C モジュールとを含む通信本体部と、

10

前記通信本体部に作動電圧を供給する電源モジュールと、
前記通信本体部及び前記電源モジュールを一体的に収容する可搬型筐体と、
主起動信号の入力を受け付ける主起動信号受付部と、前記主起動信号の受け付けに伴い、前記可搬型筐体内における前記通信本体部の作動環境情報を前記可搬型筐体の内部温度情報を含むように取得する作動環境情報取得部と、取得された前記作動環境情報に基づき前記通信本体部の作動環境に異常が発生したか否かを判定する作動環境異常判定部と、作動環境異常が発生していない場合にのみ前記通信本体部に前記本体立上げ指令を送信する本体立上げ指令送信部と、前記作動環境異常が発生している場合に作動環境異常報知出力を行なう作動環境異常報知部とを備える統括制御モジュールと、を備え、

20

前記可搬型筐体の内部にモジュール支持板が設けられるとともに、該モジュール支持板の一方の主面がモジュール取付面として定められ、前記モジュール取付面が上側となるよう前記モジュール支持板を水平に配置した場合の、前記モジュール取付面から垂直に立ち上がる向きを上下方向と定義したとき、

前記モジュール取付面に沿って定められた第一方向において、前記可搬型筐体の前記第一方向における第一端側の側壁部に気流入口が形成される一方、第二端側の側壁部に気流出口が形成されるとともに冷却ファンが前記気流入口に取り付けられ、該冷却ファンの作動により前記気流入口より外気が取り込まれるとともに該外気が冷却風として前記可搬型筐体内部を前記第一方向に流通したのち前記気流出口より排出されるようになっており、

前記モジュール支持板の前記モジュール取付面には、前記冷却風の流通方向において前記気流入口に近い側に前記無線基地局モジュール及び電源モジュールを含む無線駆動系モジュール群が、前記気流出口に近い側に前記EPCモジュール及び統括制御モジュールを含む制御系モジュール群がそれぞれ配置されており、温度センサとして、第一の温度センサが前記無線駆動系モジュール群の占有空間内に、第二の温度センサが前記制御系モジュール群の占有空間内にそれぞれ配置されていることを特徴とする無線通信ユニット。

10

【請求項2】

前記主起動信号は、予め定められた1つの起動スイッチの操作に伴い前記主起動信号受付部に入力されるようになっている請求項1記載の無線通信ユニット。

【請求項3】

前記可搬型筐体の内部空間を冷却する冷却装置が設けられ、

20

前記作動環境情報取得部は前記作動環境情報を、前記冷却装置の駆動状態情報をさらに含むものとして取得するものである請求項1又は請求項2に記載の無線通信ユニット。

【請求項4】

前記統括制御モジュールの前記作動環境異常判定部は、前記冷却装置の駆動状態情報が該冷却装置の作動異常を示しているか、又は前記可搬型筐体の内部温度情報が限界温度を超えているかの少なくともいずれかが成立している場合に作動環境異常が発生したと判定するものである請求項3記載の無線通信ユニット。

【請求項5】

前記電源モジュールにバッテリー電圧を供給する充電式バッテリーが設けられ、前記作動環境情報取得部は前記作動環境情報を、前記充電式バッテリーの充電状態及び作動状態を示すバッテリー状態情報をさらに含むものとして取得するものである請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の無線通信ユニット。

30

【請求項6】

前記作動環境異常判定部は、前記バッテリー状態情報に反映されるバッテリー残量が閾値未満となった場合に前記作動環境異常が発生したと判定するものである請求項5記載の無線通信ユニット。

【請求項7】

前記電源モジュールは外部電源電圧を受電する外部電源電圧受電部が設けられ、前記作動環境情報取得部は前記作動環境情報を、前記外部電源電圧受電部の受電状態情報をさらに含むものとして取得するものであり、前記作動環境異常判定部は、前記受電状態情報が外部電源電圧を受電していないことを示している状態にて、前記バッテリー状態情報に反映されるバッテリー残量が閾値未満となった場合に前記作動環境異常が発生したと判定するものである請求項6記載の無線通信ユニット。

40

【請求項8】

前記統括制御モジュールは、前記通信本体部における前記基地局機能プログラム及び前記EPC機能プログラムの立ち上げ後において前記作動環境異常判定部により前記作動環境異常が発生したと判定された場合に、前記前記基地局機能プログラム記憶部に格納された前記基地局機能プログラム及び前記EPC機能プログラム記憶部に格納された前記EPC機能プログラムのクローズ処理の実行を前記通信本体部に指令し、その後前記通信本体部の電源遮断処理を行なう作動中異常対応処理部を備える請求項1ないし請求項7のいず

50

れか 1 項に記載の無線通信ユニット。

【請求項 9】

前記可搬型筐体の内部温度情報を取得する内部温度情報取得ノードを含む複数の作動環境情報取得ノードを備え、

前記統括制御モジュールは、前記通信本体部の前記基地局コンピュータ及び前記 E P C コンピュータが第一のネットワークを介して接続される第一のネットワークインターフェースと、複数の前記作動環境情報取得ノードが第二のネットワークを介して接続される第二のネットワークインターフェースとを備え、前記作動環境情報取得部は前記第二のネットワークインターフェースを介して前記作動環境情報取得ノードから前記作動環境情報を通信取得するものであり、前記本体立上げ指令送信部は前記第一のネットワークインターフェースを介して前記通信本体部に前記本体立上げ指令を送信するものである請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の無線通信ユニット。

10

【請求項 10】

前記内部温度情報取得ノードは前記可搬型筐体内に設けられた温度センサから前記内部温度情報を取得するものである請求項 9 記載の無線通信ユニット。

【請求項 11】

前記第二のネットワークは、複数の前記作動環境情報取得ノードをスレーブノードとして、前記第二のネットワークインターフェースに含まれるマスタノードに接続するものであり、前記作動環境情報取得部は、取得対象情報の要求先を前記マスタノードに通知する取得対象情報要求先通知部を備え、前記マスタノードは前記要求先となるスレーブノードをアドレス指定する形で情報要求コマンドを前記第二のネットワークに送出し、前記スレーブノードのうち指定されたアドレスに対応するノードが前記情報要求コマンドを取得するとともに、該情報要求コマンドが示す取得対象情報を前記マスタノードに対し前記第二のネットワークを介して送信するものである請求項 9 又は請求項 10 に記載の無線通信ユニット。

20

【請求項 12】

前記第一のネットワークがローカルエリアネットワークであり、前記第二のネットワークが I ² C ネットワークである請求項 11 記載の無線通信ユニット。

載の無線通信ユニット。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

この発明は、基地局装置とコアネットワーク (E P C) の機能が可搬型筐体に一体化され、3 G P P (Third Generation Partnership Project) で規定された通信プロトコルスタックに従い無線ネットワーク通信を移動端末との間で実行可能な無線通信ユニットに関する。

【背景技術】

【0002】

3 G P P 仕様に基づく高速通信規格 (例えば、L T E (Long Term Evolution) あるいは W i M A X (Worldwide Interoperability for Microwave Access) の無線通信ネットワークにおいては、無線通信アクセス網を収容する E P C (Evolved Packet Core) をエリア内に構築することが必須であり、移動端末が接続する無線基地局は該 E P C を介して I P パケットの送受信制御を受ける。一方、携帯電話、スマートフォンあるいはタブレット P C などの移動端末の普及に伴い、海上や過疎地域、あるいは災害等により通信機能が喪失した地域など、E P C や無線基地局がインフラ的に整備されていない地域 (以下、「無線非整備地域」と称する) においても、移動端末を利用したいという要望が高まっている。

40

【0003】

こうした要望に応えるべく、例えば特許文献 1 には、無線基地局とコアネットワーク (E P C) とを一体化した複合型の無線通信ユニットが提案されている。このような無線通

50

信ユニットを上記のような無線非整備地域に設置することで、該ユニットに含まれる無線基地局モジュールにより小規模ながら通信可能エリアが構築され、ユニット内のEPCモジュールがその上位通信制御を行なうことで、前記無線基地局モジュールに接続する複数の移動端末間で3GPP仕様の無線通信を行なうことが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2016-12841号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

上記のような無線通信ユニットにおいて、筐体に収容されたハードウェアモジュールのうち、特に無線基地局モジュール及びこれに電源電圧を供給する電源モジュールは、無線基地局が大出力の電波送信部を備えていることから消費電力が大きく発熱が著しい。そこで、筐体内の冷却をファン等の冷却機構にて冷却することが必須となるが、冷却機構に故障等の異常が生じ、正常に動作しなくなったりした場合は無線基地局及びEPCが昇温のために誤動作を起こしたり、他の無線システムの電波干渉源として動作したりしてしまうリスクが生じる。また、昇温して正常な動作が見込めなくなった状態で無線基地局やEPCの制御プログラムを立ち上げると、プログラムが暴走し、ソフトウェアデータが破壊されるおそれもある。特に、無線基地局モジュールとEPCモジュールが個別のユニットではなく同一の筐体に一体化されていると、筐体内部が昇温した場合に、それら2つのモジュールが同時に高温にさらされることになる。特に、単一のスイッチ操作等によりそれら2つのモジュールの制御プログラムが一括して起動する構成になっていると、上記の不具合も2つのモジュールで同時に発生するリスクが高まり、影響は特に深刻である。

20

【0006】

本発明の課題は、可搬型筐体内部で冷却装置の不調や温度上昇等の異常が発生した場合に、内部の無線基地局モジュールとEPCモジュールが誤動作を起こしたり、他の無線システムの電波干渉源として動作したりしてしまうリスクを未然に防ぐことができる無線通信ユニットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0007】

上記の課題を解決するために、本発明の無線通信ユニットは、移動端末との間で3GPP仕様に基づく無線通信を行う無線通信部と、基地局機能プログラム記憶部と、本体立上げ指令を受信することにより基地局機能プログラム記憶部に格納された基地局機能プログラムを立ち上げて実行し無線通信部に対する無線通信制御を行う基地局コンピュータとを備えた無線基地局モジュールと、無線基地局モジュールに有線接続され、EPC(Evolved Packet Core)機能プログラム記憶部と、本体立上げ指令を受信することによりEPC機能プログラム記憶部に格納されたEPC機能プログラムを立ち上げて実行するとともに、該実行に基づき無線基地局モジュールに対する上位ネットワーク制御を行うEPCコンピュータとを備えたEPCモジュールとを含む通信本体部と、通信本体部に作動電圧を供給する電源モジュールと、通信本体部及び電源モジュールを一体的に収容する可搬型筐体と、主起動信号の入力を受け付ける主起動信号受付部と、主起動信号の受け付けに伴い、可搬型筐体内における通信本体部の作動環境情報を可搬型筐体の内部温度情報を含むように取得する作動環境情報取得部と、取得された作動環境情報に基づき通信本体部の作動環境に異常が発生したか否かを判定する作動環境異常判定部と、作動環境異常が発生していない場合にのみ通信本体部に本体立上げ指令を送信する本体立上げ指令送信部と、作動環境異常が発生している場合に作動環境異常報知出力を行なう作動環境異常報知部とを備える統括制御モジュールと、を備え、可搬型筐体の内部にモジュール支持板を設け、該モジュール支持板の一方の主面がモジュール取付面として定め、モジュール取付面が上側となるようモジュール支持板を水平に配置した場合の、モジュール取付面から垂直に立ち上

40

50

がる向きを上下方向と定義したとき、モジュール取付面に沿って定められた第一方向において、可搬型筐体の第一方向における第一端側の側壁部に気流入口が形成される一方、第二端側の側壁部に気流出口が形成され、冷却装置をなす冷却ファンが気流入口に取り付けられ、該冷却ファンの作動により気流入口より外気が取り込まれるとともに該外気が冷却風として可搬型筐体内部を第一方向に流通したのち気流出口より排出されるようになっており、モジュール支持板のモジュール取付面には、冷却風の流通方向において気流入口に近い側に無線基地局モジュール及び電源モジュールを含む無線駆動系モジュール群が、気流出口に近い側にＥＰＣモジュール及び統括制御モジュールを含む制御系モジュール群がそれぞれ配置されており、温度センサとして、第一の温度センサが無線駆動系モジュール群の占有空間内に、第二の温度センサが制御系モジュール群の占有空間内にそれぞれ配置されたことを特徴とする。

10

【０００８】

本発明の無線通信ユニットは、主起動信号が、予め定められた１つの起動スイッチの操作に伴い主起動信号受付部に入力されるように構成できる。

【０００９】

本発明の無線通信ユニットには、可搬型筐体の内部空間を冷却する冷却装置を設けることができる。この場合、作動環境情報取得部は作動環境情報を、冷却装置の駆動状態情報をさらに含むものとして取得するものとして構成できる。この場合、統括制御モジュールの作動環境異常判定部は、冷却装置の駆動状態情報が該冷却装置の作動異常を示しているか、又は可搬型筐体の内部温度情報が限界温度を超えているかの少なくともいずれかが成立している場合に作動環境異常が発生したと判定するように構成できる。

20

【００１０】

また、本発明の無線通信ユニットには、電源モジュールにバッテリー電圧を供給する充電式バッテリーを設けることができる。作動環境情報取得部は作動環境情報を、充電式バッテリーの充電状態及び作動状態を示すバッテリー状態情報をさらに含むものとして取得するものとして構成できる。作動環境異常判定部は、例えば、バッテリー状態情報に反映されるバッテリー残量が閾値未満となった場合に作動環境異常が発生したと判定するものとして構成できる。さらに、電源モジュールには外部電源電圧を受電する外部電源電圧受電部を設けることもできる。この場合、作動環境情報取得部は作動環境情報を、外部電源電圧受電部の受電状態情報をさらに含むものとして取得するものであり、作動環境異常判定部は、受電状態情報が外部電源電圧を受電していないことを示している状態にて、バッテリー状態情報に反映されるバッテリー残量が閾値未満となった場合に作動環境異常が発生したと判定するものとして構成できる。

30

【００１１】

統括制御モジュールは、通信本体部における基地局機能プログラム及びＥＰＣ機能プログラムの立ち上げ後において作動環境異常判定部により作動環境異常が発生したと判定された場合に、基地局機能プログラム記憶部に格納された基地局機能プログラム及びＥＰＣ機能プログラム記憶部に格納されたＥＰＣ機能プログラムのクローズ処理の実行を通信本体部に指令し、その後通信本体部の電源遮断処理を行なう作動中異常対応処理部を備えるものとして構成することができる。

40

【００１２】

本発明の無線通信ユニットには、可搬型筐体の内部温度情報を取得する内部温度情報取得ノードを含む複数の作動環境情報取得ノードを設けることができる。統括制御モジュールは、通信本体部の基地局コンピュータ及びＥＰＣコンピュータが第一のネットワークを介して接続される第一のネットワークインターフェースと、複数の作動環境情報取得ノードが第二のネットワークを介して接続される第二のネットワークインターフェースとを備え、作動環境情報取得部は第二のネットワークインターフェースを介して作動環境情報取得ノードから作動環境情報を通信取得するものであり、本体立上げ指令送信部は第一のネットワークインターフェースを介して通信本体部に本体立上げ指令を送信するものとして構成できる。

50

【 0 0 1 3 】

第二のネットワークは、複数の作動環境情報取得ノードをスレーブノードとして、第二のネットワークインターフェースに含まれるマスタノードに接続するものであり、作動環境情報取得部は、取得対象情報の要求先をマスタノードに通知する取得対象情報要求先通知部を備え、マスタノードは要求先となるスレーブノードをアドレス指定する形で情報要求コマンドを第二のネットワークに送出し、スレーブノードのうち指定されたアドレスに対応するノードが情報要求コマンドを取得するとともに、該情報要求コマンドが示す取得対象情報をマスタノードに対し第二のネットワークを介して送信するものとして構成できる。具体的には、第一のネットワークは例えばローカルエリアネットワーク（LAN（Local Area Network））であり、第二のネットワークはI²Cネットワークである。

10

【 0 0 1 4 】

また、可搬型筐体の内部にモジュール支持板を設け、該モジュール支持板の一方の主面がモジュール取付面として定め、モジュール取付面が上側となるようモジュール支持板を水平に配置した場合の、モジュール取付面から垂直に立ち上がる向きを上下方向と定義したとき、モジュール取付面に沿って定められた第一方向において、可搬型筐体の第一方向における第一端側の側壁部に気流入口が形成される一方、第二端側の側壁部に気流出口が形成され、冷却装置をなす冷却ファンが気流入口に取り付けられ、該冷却ファンの作動により気流入口より外気が取り込まれるとともに該外気が冷却風として可搬型筐体内部を第一方向に流通したのち気流出口より排出されるようになっており、モジュール支持板のモジュール取付面には、冷却風の流通方向において気流入口に近い側に無線基地局モジュール及び電源モジュールを含む無線駆動系モジュール群が、気流出口に近い側にEPCモジュール及び統括制御モジュールを含む制御系モジュール群がそれぞれ配置されており、温度センサとして、第一の温度センサが無線駆動系モジュール群の占有空間内に、第二の温度センサが制御系モジュール群の占有空間内にそれぞれ配置される構成とすることができる。

20

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明の無線通信ユニットは、無線基地局モジュールとEPCモジュールとを含む通信本体部が可搬型筐体により一体化され、主起動信号の入力を受けて基地局機能プログラム及びEPC機能プログラムが一括して立ち上り、通信制御が開始される。一方、無線基地局モジュールとEPCモジュールとは別に統括制御モジュールが設けられ、該統括制御モジュールは可搬型筐体の内部温度情報を含む作動環境情報を取得して、それに基づき通信本体部の作動環境に異常が発生したか否かを判定する。そして、作動環境異常が発生している場合には本体立上げ指令が送信されず、通信本体部の基地局機能プログラム及びEPC機能プログラムの立ち上げ処理が実行されない。これにより、無線基地局モジュールとEPCモジュールとが可搬型筐体内で同時に高温にさらされる場合等において、通信本体部の作動環境に異常が発生した場合にあっても、無線基地局及びEPCが誤動作を起こしたり、他の無線システムの電波干渉源として動作したりしてしまうリスクを生じにくい。また、異常発生時には、基地局機能プログラム及びEPC機能プログラムの起動自体が阻止されるので、プログラムの暴走等によるソフトウェアデータの破壊も防ぐことができる。

30

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明の無線通信ユニットの概念を示す模式図。

【 図 2 】 図 1 の無線通信ユニットの電氣的構成の一例を示すブロック図。

【 図 3 】 図 2 の構成を電源供給システムとともに示す別のブロック図。

【 図 4 】 I²C ネットワークによる図 2 の各マスタノード及びスレーブノードの接続構造と、I²C 通信におけるフレーム構造とを示す説明図。

【 図 5 】 IP パケット構造の概念図。

【 図 6 】 3 G P P のコントロールプレーンのプロトコルスタックを概念的に示す図。

【 図 7 】 3 G P P のユーザプレーンのプロトコルスタックを概念的に示す図。

50

【図 8】 3 G P P の下りリンクのチャネルマッピングを概念的に示す図。

【図 9】 同じく上りリンクのチャネルマッピングを概念的に示す図。

【図 10】 周波数バンドチャネル、及びリソースブロックの関係を示す概念図。

【図 11】 I²C 通信におけるマスタノードの R e a d モードの処理流れを示すフローチャート。

【図 12】 I²C 通信におけるマスタノードの W r i t e モードの処理流れを示すフローチャート。

【図 13】 統括制御モジュールの制御ファームウェアにおける起動シーケンスの処理流れを示すフローチャート。

【図 14】 同じく異常解析処理の流れを示すフローチャート。

10

【図 15】 同じく正常時終了シーケンスの処理流れを示すフローチャート。

【図 16】 図 15 の終了処理の流れを示すフローチャート。

【図 17】 統括制御モジュールの制御ファームウェアにおける作動中異常対応処理の流れを示すフローチャート。

【図 18】 同じく電源切替処理の流れを示すフローチャート。

【図 19】 報知 L E D の構成例を示す図。

【図 20】 冷却ファンからの情報取得形態の変形例を示す図。

【図 21】 可搬型筐体内部の各モジュールの配置形態の一例を示す側面図。

【図 22】 同じく平面図。

【図 23】 同じく中間支持板上の配置を示す平面図。

20

【図 24】 冷却ファンの作用を示す平面図。

【図 25】 冷却ファン及び気流ガイド板の作用の詳細を示す側面図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための形態を添付の図面に基づいて説明する。

図 1 は、本発明の無線通信ユニットの一例を概念的に示す模式図である。無線通信ユニット 1 は 3 G P P で規定された方式（本実施形態では、L T E とするが、W i M A X など他の方式であってもよい）の通信プロトコルスタックに従い、複数の U E（移動端末装置）5 との間で無線通信を行なうものとして構成されている。該無線通信ユニット 1 は、海上や過疎地域、あるいは災害等により通信機能が喪失した地域など、E P C や無線基地局がインフラ的に整備されていない無線非整備地域などに設置して使用される。無線通信ユニット 1 は後述の通りバッテリーや自家発電装置等から電源電圧を調達でき、公衆網に依存しない自営型の無線ネットワークを容易に構築できる。U E 5 は、各々無線通信ユニット 1 に対し無線ペア 5 7 により接続される。

30

【0018】

無線通信ユニット 1 は、無線基地局モジュール（無線基地局あるいは e N o d e B（evolved NodeB））4 と、無線基地局モジュール 4 に有線接続され、該無線基地局モジュール 4 に対する上位ネットワーク制御部として機能する E P C（Evolved Packet Core）モジュール 3 とを有する。E P C モジュール 3 は、コントロールプレーン側のゲートウェイとなる M M E（Mobility Management Entity）2、ユーザプレーン側のゲートウェイとなる S - G W（Serving Gateway）6、及び上流側ネットワーク要素（ここでは、ルータ 8）との結節点に位置し、上流側ネットワーク要素側に向けた I P アドレス管理を行なう P - G W（PDN（Packet Data Network）Gateway）7 を有する。ルータ 8 は無線（例えば衛星通信）ないし有線により外部ネットワーク 60（例えばインターネット）を介して図示しないアプリケーションサーバと接続し、端末アプリや動画（映像）等のコンテンツデータを取得する機能を果たす。コントロールプレーン側において無線基地局モジュール（e N o d e B）4 は、S 1 - M M E インターフェースを介して M M E 2 に接続される。また、ユーザプレーン側において無線基地局モジュール 4 は、S 1 - U インターフェースを介して S - G W 6 に接続される。S - G W 6 は S 5 インターフェースを介して P - G W 7 と接続される。

40

50

【 0 0 1 9 】

図 2 は、無線通信ユニット 1 の電氣的構成の一例を示すブロック図である。無線通信ユニット 1 は可搬型筐体 2 3 を備え、その内部に、E P C モジュール 3、無線基地局モジュール 4、統括制御モジュール 9 及び電源モジュール 2 2 が周辺のコンポーネントとともに収容されている。また、可搬型筐体 2 3 には内部を冷却するための冷却ファン 1 4 A、1 4 B（冷却装置）が設けられている。E P C モジュール 3 と無線基地局モジュール 4 とは通信本体部を構成する。

【 0 0 2 0 】

E P C モジュール 3 は E P C コンピュータ 3 0 0 を主体に構成されている。E P C コンピュータ 3 0 0 は、C P U 3 0 1、プログラム実行領域となる R A M 3 0 2、マスク R O M 3 0 3（恒久的に書換えが不要なマイコンハードウェア周辺制御用等のファームウェアを格納している；以下、同様）及びそれらを相互に接続する内部バス 3 0 6 等からなる。内部バス 3 0 6 には E P C 機能プログラム記憶部として、記憶内容が書き換え可能な不揮発性記憶デバイス、例えばフラッシュメモリ 3 0 5 が接続され、ここに E P C 用の L T E プロトコルスタックを含む E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a（E P C 機能プログラム）と、前記 L T E プロトコルスタックをプラットフォームとして、図 2 の M M E 2、S - G W 6 及び P - G W 7 の各機能を仮想的に実現する M M E エンティティ 3 0 5 b、S - G W エンティティ 3 0 5 c 及び P - G W エンティティ 3 0 5 d、及び図 1 のルータ 8 の機能を実現するためのソフトウェアルータ 3 0 5 e の各プログラムがインストールされている。また、内部バス 3 0 6 には L A N インターフェースであるイーサネットインターフェース 3 0 4 が接続されている。なお、上記の構成では、図 2 の M M E 2、S - G W 6 及び P - G W 7 がコンピュータハードウェア上でソフトウェア的に機能実現される仮想機能エンティティとして構成されているが、各々独立したハードウェアロジックにより構成してもよい。

【 0 0 2 1 】

無線基地局モジュール 4 は無線基地局コンピュータ 4 0 0 を主体に構成されている。無線基地局コンピュータ 4 0 0 は、C P U 4 0 1、プログラム実行領域となる R A M 4 0 2、マスク R O M 4 0 3 及びそれらを相互に接続する内部バス 4 0 6 等からなる。内部バス 4 0 6 には基地局機能プログラム記憶部としてフラッシュメモリ 4 0 5 が接続され、ここに無線基地局用の L T E プロトコルスタックを含む基地局通信ファームウェア 4 0 5 a（基地局機能プログラム）が格納されている。また、内部バス 4 0 6 には無線ベアラの構築により U E 5 と無線接続するための無線通信部 4 1 2 と、イーサネットインターフェース 4 0 8 とが接続されている。

【 0 0 2 2 】

統括制御モジュール 9 は統括制御コンピュータ 9 0 0 を主体に構成されている。統括制御コンピュータ 9 0 0 は、C P U 9 0 1、プログラム実行領域となる R A M 9 0 2、マスク R O M 9 0 3 及びそれらを相互に接続する内部バス 9 0 6 等からなる。内部バス 9 0 6 にはフラッシュメモリ 9 0 5 が接続され、ここに統括制御ファームウェア 9 0 5 a が格納されている。また、内部バス 9 0 6 にはイーサネットインターフェース 9 0 4（第一のインターフェース）、入出力部（I / O）9 0 9 及び W i F i モジュール 9 0 8 が接続されている。また、統括制御モジュール 9 の機能を拡張するために、該統括制御モジュール 9 に入出力される制御信号を統括する制御ボード 1 3 が別途設けられている。該制御ボード 1 3 には、I²C（Inter-Integrated Circuit）バスマスタ 9 0 7（第二のインターフェース、マスタノード）及び拡張入出力部（I / O）9 1 0 が搭載され、各々、統括制御モジュール 9 の入出力部（I / O）9 0 9 に接続されている。なお、制御ボード 1 3 は広義には統括制御モジュールの一構成要素とみなすことができる。

【 0 0 2 3 】

E P C コンピュータ 3 0 0、無線基地局コンピュータ 4 0 0 及び統括制御コンピュータ 9 0 0 は、イーサネットインターフェース 3 0 4、4 0 4、9 0 4 にて、イーサネットバス 3 2（あるいは L A N ケーブル）によりスイッチングハブ（例えば、L 2 スイッチ）1

10

20

30

40

50

1 を介して接続されている。すなわち、E P C コンピュータ 3 0 0、無線基地局コンピュータ 4 0 0 及び統括制御コンピュータ 9 0 0 は、スイッチングハブ 1 1 を経由して L A N 接続され、インターネットプロトコル (I P) に従い相互にネットワーク通信可能とされている。

【 0 0 2 4 】

電源モジュール 2 2 は、E P C モジュール 3、無線基地局モジュール 4、統括制御モジュール 9、スイッチングハブ 1 1 及び冷却ファン 1 4 A、1 4 B 等の各コンポーネントに電源電圧を供給するものであり、外部電源 2 6 (例えば商用交流: A C 1 0 0 V) 及び充電式バッテリー 2 1 (例えば、リチウムイオン二次電池モジュールやニッケル水素二次電池モジュールなど) からバッテリーコントローラ 2 4 を介して元電圧を受電する。本実施形態では、外部電源 2 6 の交流電圧は A C / D C コンバータ 2 5 により直流電圧 (D C 1 2 V) に変換されて電源モジュール 2 2 に供給される。外部電源 2 6 (A C / D C コンバータ 2 5) からの受電状態 (受電電圧) は、電源モジュール 2 2 の基板上に設けられた外部電圧監視部 1 6 によりモニタリングされる。

10

【 0 0 2 5 】

また、充電式バッテリー 2 1 のバッテリー電圧はバッテリーコントローラ 2 4 により安定化直流電圧 (D C 1 2 V) に変換されて電源モジュール 2 2 に供給される。これにより、無線通信ユニット 1 は、二次電池モジュール 2 1 から駆動電源電圧を自律的に調達でき、商用交流などの外部電源電圧が使用不能な設置場所 (例えば停電している被災地など) においても問題なく使用可能である。なお、可搬型筐体 2 3 は金属ないし強化型樹脂製の箱型である。

20

【 0 0 2 6 】

また、バッテリーコントローラ 2 4 は市販の I ² C デバイスとして構成されたものが使用され、複数個の充電式バッテリー 2 1 が並列かつ着脱可能にマウントされている。放電により充電式バッテリー 2 1 の出力電圧が下がった場合は、バッテリーコントローラ 2 4 から当該の二次電池モジュール 2 1 を取り外し、充電済みの別の充電式バッテリー 2 1 を装着可能である。このとき、各充電式バッテリー 2 1 はバッテリーコントローラ 2 4 上でホットスワップが可能である。また、電源モジュール 2 2 が外部電源 2 6 から受電中の状態では、バッテリーコントローラ 2 4 は当該外部電源電圧により二次電池モジュール 2 1 の充電を実行することができる。さらに、電源モジュール 2 2 が外部電源 2 6 から受電している状態で、停電により該受電が途絶えた場合は二次電池モジュール 2 1 からの受電に切り替えることで、無線通信ユニット 1 が無瞬停により動作継続可能である (後述)。

30

【 0 0 2 7 】

電源モジュール 2 2 は、各コンポーネントにて要求される複数の直流電源電圧に対応するために、出力電圧の異なる複数の安定化直流電源回路 (図示せず) を搭載している。図 3 は、無線通信ユニット 1 内の各コンポーネントへの電源供給形態を示すものであり、各コンポーネントの枠線上の○印は電源端子を示し、これらをつなぐ破線は電源ラインを示す。本実施形態においては、主要なハードウェアが E P C コンピュータ 3 0 0 のみの E P C モジュール 3 には D C 3 . 5 V が、スイッチング駆動部を有するスイッチングハブ 1 1 には D C 5 V が、それぞれバックプレーン 1 2 を介して分配入力される。また、無線通信部 4 1 2 を有する無線基地局モジュール 4 には D C 3 . 5 V が、W i F i モジュール 9 0 8 を有する統括制御モジュール 9 には D C 5 V が入力される。また、図 3 において、各コンポーネントの枠線上の□印は L A N ポートを示し、これらをつなぐ実線 (一重) は第一のネットワークをなすイーサネットバス (あるいは L A N ケーブル) 3 2 を示す。さらに、各コンポーネントの枠線上の■印は I ² C ポートを示し、これらをつなぐ実線 (二重) は第二のネットワークをなす I ² C バス 5 2 を示す。また、●印は外部接続用のポート (及びコンポーネント上の対応端子) を示す。具体的には、ソフトウェアルータ 8 の外部ポート群 3 1 A として、A P P ポート (アプリケーションサーバ接続用ポート)、M N T ポート (無線通信ユニット 1 の運用管理用 L A N に接続するためのポート)、B H ポート (インターネット等に接続するためのバックホール用ポート) が設けられている。また、無

40

50

線基地局モジュール 4 の外部ポート群 3 1 B は、図 2 の無線通信部 4 1 2 にアンテナ 4 1 3 を接続するためのものである。T R × 1 ポートは送受信共用アンテナの接続ポートであり、R × 2 ポートは送受信共用アンテナと受信ダイバーシチを形成する受信アンテナの接続用ポートである（図 2 では、これら複数のアンテナ群からなるアンテナ 4 1 3 を 1 個のアンテナとして簡略化した形で図示している）。

【 0 0 2 8 】

次に、図 2 に示すように、可搬型筐体 2 3 上には、電源スイッチ 6 5、制御スイッチ 6 6 及び作動環境異常報知部をなす複数の L E D 6 0 が設けられている。電源スイッチ 6 5 及び制御スイッチ 6 6 は制御ボード 1 3 上の拡張入出力部 9 1 0 に接続される。また、複数の L E D 6 0 は I ² C デバイスとして構成された L E D ドライバ 1 7 に電流調整抵抗 6 2（図 3 参照）を介して接続される。図 3 に示すように、電源スイッチ 6 5 及び制御スイッチ 6 6 の信号ラインは抵抗 6 7 を介して信号電源電圧 V c c によりプルアップされ、スイッチ開閉状態を反映した二値のスイッチ信号を拡張入出力部 9 1 0 に入力する。このうち、電源スイッチ 6 5 の操作により入力されるスイッチ信号は主起動信号をなし、E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a 及び基地局通信ファームウェア 4 0 5 a を一括して立上げるための指令信号として使用される（拡張入出力部 9 1 0 は主起動信号受付部として機能する）。また、制御スイッチ 6 6 の操作により入力されるスイッチ信号はシステムリセットやその他の制御入力用に使用される。

【 0 0 2 9 】

一方、無線基地局モジュール 4 には第一の温度センサ（以下、図面では「温度センサ 1」とも表示する）1 5 A が、後述の制御ボード 1 3 には第二の温度センサ（以下、図面では「温度センサ 2」とも表示する）1 5 B それぞれ設けられている。以下、無線通信ユニット 1 の内部構造の実例を、各モジュール、温度センサ 1 5 A、1 5 B 及び冷却ファン 1 4 A、1 4 B の配置形態とともに説明する。図 2 1 は無線通信ユニット 1 の内部構造を示す側面図であり、図 2 2 は平面図である。可搬型筐体 2 3 の長手方向（第一方向：紙面内左右方向）において、その第一端側の側壁部に気流入口 2 3 y が形成され、ここに冷却ファン 1 4 A、1 4 B が取り付けられている。具体的には、図 2 2 に示すごとく、1 対の冷却ファン 1 4 A、1 4 B が可搬型筐体 2 3 の幅方向（第二方向：紙面上下方向）に所定の間隔をおいて配置されている。一方、図 2 2 に示すように、可搬型筐体 2 3 の長手方向において第二端側の側壁部には気流出口 2 3 w が形成され、エアフィルタ 2 3 f により覆われている。冷却ファン 1 4 A、1 4 B の作動により気流入口 2 3 y より外気 F A が取り込まれ、冷却風として可搬型筐体 2 3 内部を長手方向に流通したのち気流出口 2 3 w より排出される。

【 0 0 3 0 】

可搬型筐体 2 3 の底部には底部支持板 2 3 3 が配置されている。該底部支持板 2 3 3 の上面にはデュプレクサ 4 0 4 が取り付けられている。デュプレクサ 4 0 4 は、図 2 に示すように、無線通信部 4 1 2 のアンテナ 4 1 3 に含まれる送受信共用アンテナの直下に設けられ、アンテナ送信経路とアンテナ受信経路とを電氣的に分離して、強力な送信波が受信側に流入することを阻止するための部品である。無線基地局の場合は送信波出力が例えば 1 0 0 ~ 2 5 0 W 前後と高いため、キャビティフィルタ等で構成された大型のローパスフィルタ部品が含まれる。該デュプレクサ 4 0 4 は、空間寸法が大きい反面、発熱量は小さい。よって、図 2 1 のごとく、可搬型筐体 2 3 の底部上面に配置するのが望ましいといえる。

【 0 0 3 1 】

次に、底部支持板 2 3 3 の上方には中間支持板 2 3 4 がモジュール支持板として配置されている。底部支持板 2 3 3 と中間支持板 2 3 4 とは、板面外周縁部に配置された複数の支柱部 2 3 5 により互いに連結されている。該中間支持板 2 3 4 の上面はモジュール取付面を形成し、可搬型筐体 2 3 内部の冷却風の流通方向（長手方向、第一方向）において上流側（気流入口 2 3 y に近い側）に無線基地局モジュール 4 及び電源モジュール 2 2 を含む無線駆動系モジュール群が、同じく下流側（気流出口 2 3 w に近い側）に E P C モジ

ール 3、統括制御モジュール 9 及び制御ボード 13 を含む制御系モジュール群が、それぞれ配置されている。冷却風の風上側に発熱量の大きい無線駆動系モジュール群を配置することで、無線駆動系モジュール群の冷却を効果的に実施でき、制御系モジュール群をその風下側に分離することで制御系モジュール群の過度の温度上昇を防止できる。そして、前述の温度センサ 15 A、15 B は、第一の温度センサ 15 A が無線駆動系モジュール群の占有空間内に、第二の温度センサ 15 B が制御系モジュール群の占有空間内にそれぞれ配置されている。なお、以下において、中間支持板 234（モジュール支持板）を水平に配置した時の上面（モジュール取付面）から垂直に立ち上がる向きを便宜的に上下方向と定義して説明するが、可搬型筐体 23 内におけるモジュール取付面の向きは水平方向に限定されるものではなく、例えばモジュール取付面が水平面に対して傾斜ないし直交する形態となってもよい。

10

【0032】

作動時の発熱が大きい無線駆動系モジュール群の占有空間に第一の温度センサ 15 A を配置して温度検出することにより、可搬型筐体 23 内での無線駆動系モジュール群の発熱源としての挙動を把握することができる。他方、作動時の発熱が小さい制御系モジュール群の占有空間に第二の温度センサ 15 B を配置して温度検出することにより、無線駆動系モジュール群を通過後の冷却風でも、制御系モジュール群に対する冷却効果が十分達成されているかどうかを的確に把握することができる。また、上記のように発熱源（無線駆動系モジュール群）近傍での温度検出と、発熱源から送風方向下流側に離れた位置での温度検出とを組み合わせることで、可搬型筐体 23 内に温度異常が発生した場合の原因特定がより容易になる場合がある。例えば、冷却ファン 14 A、14 B が異常により停止した場合は、発熱源に近い第一の温度センサ 15 A の検知温度が直ちに上昇し始め、その後、やや遅延して第二の温度センサ 15 B の検知温度が上昇するなどの特有の挙動が生じる。また、制御系モジュール群において短絡などによる過電流が生じた場合は、第一の温度センサ 15 A の検知温度がそれほど変化しないのに対し、制御系モジュール群内の発熱を検知する第二の温度センサ 15 B の検知温度が急激に上昇を開始する。2つの温度センサ 15 A、15 B の上記のような温度検知挙動の相違を参照することで、温度異常発生の要因特定に寄与する情報を容易に取得することができる。

20

【0033】

中間支持板 234 のモジュール取付面（上面）に対し無線基地局モジュール 4 及び電源モジュール 22 は構成部品が実装される基板 4s、22s の主表面が平面視にて互いに重なるよう、上下に隣接配置されるとともに、両者の間に冷却風流通隙間 231 が形成されている。冷却ファン 14 A、14 B は、この冷却風流通隙間 231 に対し冷却風の一部が吹き込み可能となるように、可搬型筐体 23 に対する取付位置が定められている。発熱量が大きい無線駆動系モジュール群をなす無線基地局モジュール 4 及び電源モジュール 22 を上記のように隣接配置することで、可搬型筐体 23 内にてモジュール取付面に対する無線駆動系モジュール群の専有面積を縮小でき、無線通信ユニット 1 のコンパクト化に寄与する。そして、発熱量の大きい無線基地局モジュール 4 及び電源モジュール 22 が隣接配置されているに関わらず、両者の間に形成されている冷却風流通隙間 231 に冷却風が送られることで両者の発する熱をより効果的に排出でき、無線駆動系モジュール群の温度が過度に上昇することをさらに効果的に抑制できる。

30

40

【0034】

図 21 に示すように、電源モジュール 22 は構成部品（コイル 22i、コンデンサ 22c 及び DC/DC 変換 IC 22d 等を含む）が実装された基板 22s を有する。また、無線基地局モジュール 4 も同様に、構成部品（パワーアンプ素子等のパワー半導体素子 4a を含む）が実装された複数の基板 4s を有する。これら基板 22s、4s は支柱部 232 により上下に互いに連結されている。

【0035】

また、中間支持板 234 のモジュール取付面に対し、電源モジュール 22 が下側に、無線基地局モジュール 4 が上側に配置されており、冷却ファン 14 A、14 B からの冷却風

50

は、冷却風流通隙間 2 3 1 に向かう第一気流 C F A と、無線基地局モジュール 4 の基板 4 s の法線方向にて、冷却風流通隙間 2 3 1 に面しているのと反対側（つまり、図 2 1 において無線基地局モジュール 4 の上面側）に向かう第二気流 C F B とに分流するようになっている。これにより、特に発熱量の大きい無線基地局モジュール 4 については上下に冷却風を流通させることができ、より効率的な冷却が可能となる。無線基地局モジュール 4 の送信出力が例えば 1 0 0 ~ 2 5 0 W のとき、冷却ファン 1 4 A , 1 4 B による冷却風の風速は 1 ~ 2 m / 秒程度確保されているのがよい。

【 0 0 3 6 】

無線基地局モジュール 4 のパワー半導体素子 4 a は無線基地局モジュール 4 の上面側、すなわち複数の基板 4 s のうち最上部に位置するものに実装され、該パワー半導体素子 4 a の上面と密着する形でアルミニウム等の金属により構成されたヒートシンク板 4 h が設けられている。該ヒートシンク板 4 h の上面には複数の金属製の放熱フィン 4 f が、ヒートシンク板 4 h の上面から垂直に立ち上がる形態で一体形成されている。図 2 2 に示すように、放熱フィン 4 f の長手方向は可搬型筐体 2 3 の長手方向（冷却風の送風方向）と一致する形で配置され、隣接する放熱フィン 4 f , 4 f の間の隙間が冷却風の通路 4 k （図 2 4 参照）を形成している。これにより、図 2 1 の第二気流 C F B によるパワー半導体素子 4 a の冷却効率を大幅に向上することができる。

【 0 0 3 7 】

図 2 1 に示すように、冷却ファン 1 4 A , 1 4 B は可搬型筐体 2 3 に対し、ファン回転羽根 1 4 p の回転軸線 J の延長が無線駆動系モジュール群の側面の高さ方向中間位置を通るように取り付けられている。冷却ファン 1 4 A , 1 4 B はそれぞれ、ファン駆動モータ等が収容されるベース部 1 4 b と、該ベース部 1 4 b に一体化されファン回転羽根 1 4 p が収容された本体部 1 4 m とを有する。本体部 1 4 m はベース部 1 4 b に対し、ファン回転羽根 1 4 p の回転軸線 J の延長が冷却風流通隙間 2 3 1 の内側に入り込む形で上向きに傾斜するように取り付けられている。これにより、冷却ファン 1 4 A , 1 4 B の冷却風は、第一気流 C F A が冷却風流通隙間 2 3 1 に対し斜め下側から効率よく吹き込まれる一方、モジュール取付面から遠い無線基地局モジュール 4 の上面側（ヒートシンク板 4 h 及び放熱フィン 4 f が設けられている側）にも第二気流 C F B を比較的大きな流量で導くことができる。

【 0 0 3 8 】

冷却ファン 1 4 A , 1 4 B の送付方向正面側には、冷却風を上記の第一気流 C F A 及び第二気流 C F B に分割する気流ガイド板 1 4 s が設けられている。気流ガイド板 1 4 s は、第二気流 C F B が無線駆動系モジュールの上面側に誘導されるよう、板面がファン回転羽根 1 4 p の回転軸線 J よりも上方に傾斜して配置されている。これにより、第二気流 C F B は無線駆動系モジュール群の上面側（図 2 1 の例では無線基地局モジュール 4 の上面側）にさらに効率よく導かれ、無線駆動系モジュール群の冷却を促進することができる。図 2 4 に示すように、気流ガイド板 1 4 s は、両端に取付アーム部 1 4 s f が一体化され、該取付アーム部 1 4 s f にて冷却ファン 1 4 A , 1 4 B のベース部 1 4 b に対しねじ等の締結部材 1 4 t により固定されている。

【 0 0 3 9 】

また、図 2 1 に示すように、無線基地局モジュール 4 の放熱フィン 4 f の上面側には遮蔽板 4 p が取り付けられている。遮蔽板 4 p もまた金属製とすることができる。図 2 4 に示すように、この遮蔽板 4 p を設けることにより、隣接する放熱フィン 4 f , 4 f 間には前述の冷却風の通路 4 k が、遮蔽板 4 p により上方がふさがれた方形断面に形成される。図 2 5 に示すように、通路 4 k の入り口部に斜め下方から吹き付けられる第二気流 C F B は、もし遮蔽板 4 p が存在しなければ通路 4 k の上方に吹き抜けてしまい、ヒートシンク板 4 h の板面に沿った冷却風の流れが形成されにくい。しかし、遮蔽板 4 p が設けられていれば、第二気流 C F B が上方に抜けることが妨げられ、通路 4 k 内部の流れが優位となって、第二気流 C F B をヒートシンク板 4 h の板面とより効率的に接触させることができる。また、遮蔽板 4 p の入り口側の縁に斜め下側から第二気流 C F B が当たりことでエッ

10

20

30

40

50

ジ効果が生じ、通路 4 k 内部の入り口付近に生じるカルマン渦により流れが絞られて高速化する結果、その減圧効果によって通路 4 k 内に気流を引き込む効果も期待できる。

【 0 0 4 0 】

図 2 1 に戻り、制御系モジュール群を形成する E P C モジュール 3、統括制御モジュール 9、スイッチングハブ 1 1 及び制御ボード 1 3 は、冷却風の送風方向において、無線駆動系モジュール群（無線基地局モジュール 4 及び電源モジュール 2 2）の下流側に配置されている。このうち、統括制御モジュール 9 及び制御ボード 1 3 については、中間支持板 2 3 4 上に直接取り付けられている。図 2 3 は中間支持板 2 3 4 の上面（モジュール取付面）における各基板の取付レイアウトを示すものであり、モジュール取付面内にて可搬型筐体 2 3 の長手方向（送風方向、図面左右方向）と直交する向きを奥行き方向と定義した時、電源モジュール 2 2 の送風方向下流側にて該奥行き方向に、統括制御モジュール 9 の基板と制御ボード 1 3 とが中間支持板 2 3 4 に対し互いに隣接する形で組付けられている。

10

【 0 0 4 1 】

また、これら電源モジュール 2 2 の送風方向下流側には柱状の基板支持枠 2 3 6 が 4 本立設されている。図 2 1 に示すように、該基板支持枠 2 3 6 に対し E P C モジュール 3 の基板とスイッチングハブ 1 1 の基板とが送風用の隙間を形成しつつ下側からこの順序で、各々四隅位置にて取り付けられている。

【 0 0 4 2 】

次に、温度センサ 1 5 A、1 5 B は、駆動状態情報取得ノードをなす内部温度監視デバイス 8 5 A、8 5 B（図 4 上）に取り付けられ、通信本体部の作動環境情報として可搬型筐体 2 3 の内部温度情報を取得する役割を果たす。図 2 1 に示すように温度センサ 1 5 A、1 5 B は、いずれも内部温度監視デバイス 8 5 A、8 5 B を構成する基板上に実装されている。第一の温度センサ 1 5 A については、内部温度監視デバイス 8 5 A の基板とともに無線基地局モジュール 4 の側面に取り付けられている。また、第二の温度センサ 1 5 B は内部温度監視デバイス 8 5 B の基板とともに、制御ボード 1 3 上に立設された I²C バスマスタ 9 0 7 の基板 9 0 7 s 上に実装されている（基板 9 0 7 s は広義に制御ボード 1 3 に属するものとする）。いずれの温度センサ 1 5 A、1 5 B も、無線駆動系モジュール群及び制御系モジュール群の奥行き方向における側面位置にて温度検知するように配置されている。

20

【 0 0 4 3 】

一方、冷却ファン 1 4 A、1 4 B には、駆動状態情報取得ノードをなすファン動作監視デバイス 8 4 A、8 4 B（図 4 上：冷却装置駆動状態情報取得ノード、スレーブノード）が組み込まれ、通信本体部の作動環境情報として例えばファンの回転速度、温度及び駆動電流値などを監視し、取得する役割を果たす。また、外部電圧監視部 1 6 は駆動状態情報取得ノードをなし、電源モジュール 2 2 の A C / D C コンバータ 2 5 からの受電電圧を作動環境情報として監視し、取得する役割を果たす。さらに、バッテリーコントローラ 2 4 も駆動状態情報取得ノードをなし、作動環境情報としてバッテリー（B T T）残量、バッテリー電圧及びバッテリー温度を監視し、取得する役割を果たす。

30

【 0 0 4 4 】

図 4 上に示すように、作動環境情報取得ノードをなすファン動作監視デバイス 8 4 A、8 4 B、内部温度監視デバイス 8 5 A、8 5 B、外部電圧監視部 1 6 及びバッテリーコントローラ 2 4 は I²C 通信のスレーブノードとして構成されている。一方、制御ボード 1 3 上の I²C バスマスタ 9 0 7 は I²C 通信におけるマスタノードとして機能し、上記各スレーブノード（作動環境情報取得ノード）が I²C バス 5 2 により接続されるとともに、各スレーブノードから作動環境情報を検知ログの形で取得する作動環境情報取得部を構成する。

40

【 0 0 4 5 】

このように、統括制御モジュール 9 と通信本体部（基地局コンピュータ 4 0 0 及び E P C コンピュータ 3 0 0）とを接続する通信ネットワーク（第一のネットワーク）から、作動環境情報を取得するためのネットワーク（第二のネットワーク）を分離することで、通

50

信本体部自体の制御に必要な複雑な通信シーケンスから、作動環境情報を取得するための通信シーケンスを独立させることができ、作動環境情報の取得をより簡便かつスムーズに行うことができる。また、第二のネットワークインターフェース側にマスタノードを設け、作動環境情報取得ノードとなるスレーブノードをアドレス指定する形で情報要求コマンドをマスタノードからスレーブノードに送信し、これに応答する形でスレーブノードからマスタノードに作動環境情報を送信するように構成することで、複数のデバイスから作動環境情報を取得する際のシーケンスの錯綜が生じず、より効率的な作動環境情報の収集を図ることができる。そのような第二のネットワークとして、特にI²Cネットワークを使用すると、比較的サイズの大きい作動環境情報であってもシリアル通信により簡易に送受信制御することが可能となり、複雑な入出力ポート制御処理も不要である。

10

【0046】

以下、I²C通信の概略について説明する。I²C通信においては、マスタノード(I²Cバスマスタ907)とスレーブノードが明確に区分され、マスタノードが制御を主導する。マスタノードとスレーブノードとを接続するI²Cバス52は、クロック線SCLとデータ線SDAとの2ラインからなり、マスタノードがクロック線SCLにより送信するクロック信号を基準として、二値のデータ信号がデータ線SDA上でシリアル転送される。個々のスレーブノードは固有のアドレスを有し、情報送信がなされた場合、送信元のノードに対し送信先ノードからアクノリッジ信号(ACK)が必ず返される。

【0047】

図4下にI²C通信のデータフレーム1100の構造を示す。データフレーム1100には、以下のフィールドが含まれる。

20

- ・アドレスフィールド1101：データ転送先となるスレーブノードのアドレスが7ビット又は10ビットで転送される。アドレスフィールド1101の情報転送方向は、必ずマスタ(M)→スレーブ(S)である。全スレーブノードがこの時のクロックを元にアドレスを受信し、自身のアドレスと一致したスレーブノードだけが、その後の送受信を継続する。作動環境情報取得ノードをなすファン動作監視デバイス84A、84B、内部温度監視デバイス85A、85B、外部電圧監視部16及びバッテリーコントローラ24には、互いに異なるアドレスが付与され、そのアドレスは作動環境情報の取得対象となるデバイスの種別を特定する情報としても機能する。

- ・R/Wフィールド1102：1ビットのR/Wモード情報が転送される。R/Wモード情報が「0」の時はスレーブ(S)からマスタ(M)への情報入力(Readモード：スレーブノードからの情報読取り)となり、R/Wモード情報が「1」の時はマスタ(M)からスレーブ(S)への情報出力(Writeモード：スレーブノードへの情報書込み)であることを示す。転送方向は、マスタ(M)→スレーブ(S)である。

30

- ・ACK1103：R/Wフィールドの送受信に対するアクノリッジ信号であり、転送方向は、Readモードではマスタ(M)←スレーブ(S)、Writeモードではマスタ(M)→スレーブ(S)となる。

- ・データフィールド1104：1バイト(8ビット)の情報(データ又はコマンド)が転送される。転送方向は、Readモードではマスタ(M)→スレーブ(S)、Writeモードではマスタ(M)←スレーブ(S)となる。その内容がコマンドである場合、スレーブノードをなすデバイスの種別ごとに、取得すべき作動環境情報の種別(例えばバッテリーコントローラ24の場合は、バッテリー残量、バッテリー電圧、温度など)が、該種別に一義的に対応付けられたコマンドによって特定されることとなる。

40

- ・ACK1105：データフィールドの送受信に対するアクノリッジ信号であり、転送方向は、Readモードではマスタ(M)←スレーブ(S)、Writeモードではマスタ(M)→スレーブ(S)となる。

なお、転送すべき情報の全サイズがデータフィールド1104のサイズよりも大きい場合は、複数のデータフィールド1104に分割して情報転送がなされる。

【0048】

図11は、Readモードにおけるマスタノードの処理フローを示すものである。S1

50

S 1 5 1 で I² C バス (S C L 及び S A D) を情報転送開始状態 (Start Condition) とし、S 1 5 2 で情報要求先となるスレーブノードのアドレスを出力するとともに、R / W モード情報として「 0 」を出力する。S 1 5 3 で A C K の入力があれば S 1 5 4 に進み、スレーブノードからのデータ (あるいはコマンド) を入力する (A C K が無い場合は S 1 5 9 のエラー処理へ進む)。S 1 5 5 でデータ (あるいはコマンド) が正常に入力された場合は S 1 5 6 に進み、A C K をスレーブノードに返す (正常に入力できなかった場合は S 1 5 9 のエラー処理へ進む)。S 1 5 7 で全データの入力が終了していない場合は S 1 5 4 へ戻り、以下の処理を繰り返す。一方、S 1 5 7 で全データの入力が完了した場合は S 1 5 8 に進み、I² C バスを情報転送終了状態 (Stop Condition) とし、終了する。

【 0 0 4 9 】

10

図 1 2 は、W r i t e モードにおけるマスタノードの処理フローを示すものである。S 1 0 1 で I² C バスを Start Condition とし、S 1 0 2 で情報転送先となるスレーブノードのアドレスを出力するとともに、R / W モード情報として「 1 」を出力する。S 1 0 3 で A C K の入力があれば S 1 0 4 に進んでデータ (あるいはコマンド) を出力する (A C K が無い場合は S 1 0 8 のエラー処理へ進む)。S 1 0 5 でスレーブノードからの A C K が受信できた場合は S 1 0 6 に進み、全データの出力が終了したかどうかを確認する。終了していない場合は S 1 0 4 へ戻り、以下の処理を繰り返す。一方、S 1 0 6 で全データの出力が完了した場合は S 1 0 7 に進み、I² C バスを情報転送終了状態 (Stop Condition) とし、終了する。

【 0 0 5 0 】

20

以下、3 G P P 仕様の通信方式にかかる概略について説明する。図 5 は、U E 5 と無線通信ユニット 1 との間のデータ伝送に使用する I P パケットの構造を示す模式図である。I P パケット 1 3 0 0 は I P ヘッダ 1 3 0 1 とペイロード 1 3 0 2 とからなり、I P ヘッダ 1 3 0 1 には P D U 識別番号、データの送信元アドレス 1 3 0 1 a、送信先アドレス 1 3 0 1 b などが書き込まれる。また、I P ヘッダ 1 3 0 1 には T o S (Type of Service) フィールド 1 3 0 1 c が形成されている。T o S フィールド 1 3 0 1 c はパケットの転送優先度及び通信の種類を規定するものである。

【 0 0 5 1 】

図 6 及び図 7 は、E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a あるいは基地局通信ファームウェア 4 0 5 a の基礎となる 3 G P P 仕様の無線プロトコルスタックを示す。図 6 はユーザプレーンのプロトコルスタックを、図 7 はコントロールプレーンのプロトコルスタックを示している。該無線プロトコルスタックは、O S I 参照モデルのレイヤ 1 ~ レイヤ 3 に区分されており、レイヤ 1 は P H Y (物理) 層である。レイヤ 2 は、M A C (Medium Access Control : メディアアクセス制御) 層、R L C (Radio Link Control : 無線リンク制御) 層、及び P D C P (Packet Data Convergence Protocol : パケットデータ暗号化) 層を含む。レイヤ 3 は、R R C (Radio Resource Control : 無線リソース制御) 層及び N A S (Non-Access Stratum : 非アクセス) 層を含む。

30

【 0 0 5 2 】

各層の役割は以下の通りである。

- ・ P H Y 層 : 符号化・復号、変調・復調、アンテナマッピング・デマッピング、及びリソースマッピング・デマッピングを行なう。
- ・ M A C 層 : データの優先制御、H A R Q による再送制御処理、及びランダムアクセス手順等を行なう。U E 5 の M A C 層と無線基地局モジュール 4 の M A C 層との間では、トランスポートチャネルを介してデータ及び制御信号が伝送される。無線基地局モジュール 4 の M A C 層は、上下リンクのトランスポートフォーマット (トランスポートブロックサイズ、変調・符号化方式 (M C S)) 及び U E 5 への割り当リソースブロックを決定するスケジューラを含む。

40

【 0 0 5 3 】

- ・ R L C 層 : M A C 層及び P H Y 層の機能を利用してデータを受信側の R L C 層に伝送する。U E 5 の R L C 層と無線基地局モジュール 4 の R L C 層との間では、論理チャネルを

50

介してデータ及び制御信号が伝送される。

- ・ P D C P 層： P D U のヘッダ圧縮・伸張、及び暗号化・復号化を行なう。

- ・ R R C 層：制御信号を取り扱う制御プレーンでのみ定義される。 U E 5 の R R C 層と無線基地局モジュール 4 の R R C 層との間では、各種設定のためのメッセージ（ R R C メッセージ）が伝送される。 R R C 層は、無線ベアラの確立、再確立及び解放に応じて、論理チャンネル、トランスポートチャンネル及び物理チャンネルを制御する。 U E 5 の R R C と無線基地局モジュール 4 の R R C との間に接続（ R R C 接続）がある場合、 U E 5 は R R C コネクティッドモードとなり、そうでない場合は R R C アイドルモードとなる。

【 0 0 5 4 】

以上の層はコントロールプレーン及びユーザプレーンの双方にて使用される。一方、コントロールプレーンのみ、 U E 5 及び M M E 2 には、 R R C 層よりさらに上位のセッション管理及びモビリティ管理等を行なう N A S 層が設けられる。また、無線基地局モジュール 4 の E P C モジュール 3 側とのユーザデータ伝送インターフェースには、 G T P - U （ G P R S （ General Packet Radio Service ） Tunneling Protocol for User Plane ）層が設けられている。 G T P - U 層は、接続先の U E 5 の識別や、使用する無線ベアラの識別を行なうためのものである。

【 0 0 5 5 】

次に、図 8 は、下りリンクのチャンネルマッピングを示す。ここでは、論理チャンネル（ Downlink Logical Channel ）、トランスポートチャンネル（ Downlink Transport Channel ）及び物理チャンネル（ Downlink Physical Channel ）相互間のマッピング関係を示している。以下、順に説明する。

- ・ D T C H （ Dedicated Traffic Channel ：専用トラフィックチャンネル）は、データの送信のための個別論理チャンネルである。 D T C H は、トランスポートチャンネルである D L S C H （ Downlink Shared Channel ：下りシェアドチャンネル）にマッピングされる。

- ・ D C C H （ Dedicated Control Channel ：専用制御チャンネル）： U E 5 とネットワークとの間の個別制御情報を送信するための論理チャンネルである。 D C C H は、 U E 5 が無線基地局モジュール 4 と R R C 接続を有する場合に用いられる。 D C C H は、 D L S C H にマッピングされる。

- ・ C C C H （ Common Control Channel ：共通制御チャンネル）： U E 5 と無線基地局モジュール 4 との間の送信制御情報のための論理チャンネルである。 C C C H は、 U E 5 が無線基地局モジュール 4 との間で R R C 接続を有していない場合に用いられる。 C C C H は、 D L S C H にマッピングされる。

- ・ B C C H （ Broadcast Control Channel ：放送制御チャンネル）：システム情報配信のための論理チャンネルである。 B C C H は、トランスポートチャンネルである B C H （ Broadcast Channel 、放送チャンネル）又は D L S C H にマッピングされる。

- ・ P C C H （ Paging Control Channel ：ページング制御チャンネル）：ページング情報、及びシステム情報変更を通知するための論理チャンネルである。 P C C H は、トランスポートチャンネルである P C H （ Paging Channel ：ページングチャンネル）にマッピングされる。

【 0 0 5 6 】

また、トランスポートチャンネルと物理チャンネルとの間のマッピング関係は以下の通りである。

- ・ D L S C H 及び P C H ： P D S C H （ Physical Downlink Shared Channel ：物理下りシェアドチャンネル）にマッピングされる。 D L S C H は、 H A R Q 、リンクアダプテーション、及び動的リソース割当をサポートする。

- ・ B C H ： P B C H （ Physical Broadcast Channel ：物理ブロードキャストチャンネル）にマッピングされる。

【 0 0 5 7 】

図 9 は、上りリンクのチャンネルマッピングを示す。図 8 と同様に、論理チャンネル（ Downlink Logical Channel ）、トランスポートチャンネル（ Downlink Transport Channel ）及び物理チャンネル（ Downlink Physical Channel ）相互間のマッピング関係を示して

10

20

30

40

50

いる。以下、順に説明する。

- ・ C C C H (Common Control Channel : 共通制御チャネル) : U E 5 と E P C モジュール 3 との間の制御情報を送信するために使用される論理チャネルであり、E P C モジュール 3 と無線リソース制御 (R R C : Radio Resource Control) 接続を有していない U E 5 によって使用される。

- ・ D C C H (Dedicated Control Channel : 専用制御チャネル) : 1 対 1 (point-to-point) の双方向の論理チャネルであり、U E 5 と E P C モジュール 3 と間で個別の制御情報を送信するために利用するチャネルである。専用制御チャネル D C C H は、R R C 接続を有している U E 5 によって使用される。

- ・ D T C H (Dedicated Traffic Channel : 専用トラフィックチャネル) : 1 対 1 の双方向論理チャネルであり、特定の U E 専用のチャネルであって、ユーザ情報の転送のために利用される。

【 0 0 5 8 】

- ・ U L S C H (Uplink Shared Channel : 上りリンク送受信チャネル) : H A R Q)、動的適応無線リンク制御、間欠送信 (D T X : Discontinuous Transmission) がサポートされるトランスポートチャネルである。

- ・ R A C H (Random Access Channel : ランダムアクセスチャネル) : 制限された制御情報が送信されるトランスポートチャネルである。

【 0 0 5 9 】

- ・ P U C C H (Physical Uplink Control Channel : 物理上りリンク制御チャネル) : 下りリンクデータに対する応答情報 (A C K (Acknowledge) / N A C K (Negative acknowledge))、下りリンクの無線品質情報 (C Q I : Channel Quality Indicator)、および、上りリンクデータの送信要求 (スケジューリングリクエスト : Scheduling Request : S R) を無線基地局モジュール 4 に通知するために使用される物理チャネルである。

- ・ P U S C H (Physical Uplink Shared Channel : 物理上りリンク送受信チャネル) : 上りリンクデータを送信するために使用される物理チャネルである。

- ・ P R A C H (Physical Random Access Channel : 物理ランダムアクセスチャネル) : 主に U E 5 から無線基地局モジュール 4 への送信タイミング情報 (送信タイミングコマンド) を取得するためのランダムアクセスプリアンプル送信に使用される物理チャネルである。ランダムアクセスプリアンプル送信はランダムアクセス手順の中で行なわれる。

【 0 0 6 0 】

図 9 に示すように、上りリンクでは、次のようにトランスポートチャネルと物理チャネルのマッピングが行われる。上りリンク送受信チャネル U L S C H は、物理上りリンク送受信チャネル P U S C H にマッピングされる。ランダムアクセスチャネル R A C H は、物理ランダムアクセスチャネル P R A C H にマッピングされる。物理上りリンク制御チャネル P U C C H は、物理チャネル単独で使用される。また、共通制御チャネル C C C H、専用制御チャネル D C C H、専用トラフィックチャネル D T C H は、上りリンク送受信チャネル U L S C H にマッピングされる。

【 0 0 6 1 】

L T E システムの下りリンクにおいては、U E 5 は無線基地局モジュール 4 に対して O F D M (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing、直交周波数分割多重) アクセス (O F D M A) により無線接続する。O F D M A 方式は、周波数分割多重と時間分割多重とを複合させた二次元の多重化アクセス方式として特徴づけられる。具体的には、直交する周波数軸と時間軸のサブキャリアを分割して U E 5 に割り振り、各サブキャリアの信号がゼロ (0 点) になるように、周波数軸上で直交するサブキャリアを分割する。サブキャリアを分割して周波数軸上に割り当てることにより、あるサブキャリアがフェージングの影響を受けても影響のない別のサブキャリアを選択することができるので、ユーザは無線環境に応じてより良好なサブキャリアを使用でき、無線品質を維持できる利点が生ずる。

【 0 0 6 2 】

10

20

30

40

50

そして、OFDMA方式においては、周波数軸と時間軸とが張る仮想平面上で定義されるリソースブロック(Resource Block: 以下、RBともいう)が無線リソースとして採用される。RBは図10に示すように、上記平面を180kHz/0.5msでマトリックスに区切ったブロックとして定義され、各リソースブロックRBは周波数軸上では15kHz間隔で隣接する12個のサブキャリアを、時間軸上ではフレームの1スロット分(7シンボル)を含む。このRBは時間軸上で隣接する2つ(1ms)を1組としてUE5に割り当てられる。他方、LTEシステムの上りリンクにおいても、SC-FDMA(Single Carrier Frequency-Division Multiplexing)アクセス(SC-FDMA)が採用される点を除き、同様の概念のリソースブロックRBが無線リソースとして用いられる。OFDMAでは1つのリソースブロックが周波数軸上で12のサブキャリア(帯域幅: 15kHz)に分割されるのに対し、SC-FDMAはサブキャリアへの分割がなされないシングルキャリア方式である。

10

【0063】

上記の構成の無線通信ユニット1において統括制御モジュール9は、統括制御ファームウェア905aの実行により、以下のような機能動作を行なう。

- ・作動環境情報取得部(I²Cバスマスタ907)が取得する作動環境情報に基づき、予め定められた作動環境異常が発生したか否かを判定する(作動環境異常判定部)。
- ・作動環境異常が発生していないと判定された場合にのみ通信本体部に本体立上げ指令を送信する(本体立上げ指令送信部)。
- ・作動環境異常が発生している場合に作動環境異常報知出力を行なう(作動環境異常報知部)。

20

・通信本体部における基地局機能プログラム及びEPC機能プログラムの立ち上げ後において、作動環境異常判定部により作動環境異常が発生したと判定した場合に、基地局機能プログラム記憶部に格納された基地局機能プログラム及びEPC機能プログラム記憶部(フラッシュメモリ305)に格納されたEPC機能プログラム(EPC通信ファームウェア305a)のクローズ処理の実行を通信本体部に指令し、その後通信本体部の電源遮断処理を行なう(作動中異常対応処理部)。

【0064】

図2のLED60は本発明の作動環境異常報知部の機能を有し、例えば図19に示すようなものを含む。

30

- ・電源LED60A: 電源スイッチ65の操作状態を示し、例えば電源モジュール22が受電状態にて、電源スイッチ65がオン操作されると点灯、オフ操作されると消灯する。
- ・作動LED60B: 通信本体部(EPCモジュール3及び無線基地局モジュール4)が受電して立上り作動しているか否か(EPC通信ファームウェア305a及び基地局通信ファームウェア405aが起動し、実行されているか否か)を報知する。例えば、立上り作動している場合に点灯し、そうでない場合に消灯する。
- ・ファンLED60C: 冷却ファン14A, 14Bに異常がある場合に例えば点灯し、そうでない場合に消灯する。
- ・温度LED60D: 温度センサ15A, 15Bの検知温度に異常がある場合に例えば点灯し、そうでない場合に消灯する。
- ・バッテリーLED60E: 充電式バッテリー21の残量が閾値未満になるなど、バッテリー21からの正常な給電が困難になった場合に例えば点灯し、そうでない場合に消灯する。
- ・外部電源LED60F: 外部電源26からの入力がある場合に点灯し、そうでない場合に消灯する。

40

【0065】

以下、統括制御ファームウェア905aによる機能実現処理の詳細を、フローチャートを用いて説明する。図2において、電源OFFの状態ユーザが図2の電源スイッチ65を押すと、統括制御コンピュータ900の入出力部909に主起動信号が入力される。図13は、無線通信ユニット1の動作を起動する際の起動シーケンスの処理流れを示すもの

50

であり、S 2 0 1において主起動信号が検出されると電源ONと判断され、S 2 0 2にて統括制御コンピュータ9 0 0（統括制御ファームウェア9 0 5 a）を立ち上げる。S 2 0 3ではI²Cバスマスタ9 0 7に電源ONを通知する。I²Cバスマスタ9 0 7はI²C通信によりLEDドライバ1 7に電源LED 6 0 Aの点灯指示コマンドを送信する。LEDドライバ1 7これを受け、T 2 0 3にて電源LED 6 0 Aを点灯させる。

【0 0 6 6】

次にS 2 0 4では、バッテリーコントローラ2 4からの検知ログ収集をI²Cバスマスタ9 0 7に指令する。I²Cバスマスタ9 0 7はI²C通信によりバッテリーコントローラ2 4に検知ログ収集コマンドを送信する。バッテリーコントローラ2 4はこれを受け、検知ログ（作動環境情報）を送信する。S 2 0 5にてI²Cバスマスタ9 0 7はバッテリーコントローラ2 4からの検知ログを受信する。

10

【0 0 6 7】

同様に、S 2 0 6では、冷却ファン1 4 A，1 4 B（ファン動作監視デバイス8 4 A，8 4 B）及び温度センサ1 5 A，1 5 B（内部温度監視デバイス8 5 A，8 5 B）からの検知ログ収集をI²Cバスマスタ9 0 7に指令する。I²Cバスマスタ9 0 7はI²C通信によりファン動作監視デバイス8 4 A，8 4 B及び内部温度監視デバイス8 5 A，8 5 Bに検知ログ収集コマンドを送信する。ファン動作監視デバイス8 4 A，8 4 B及び内部温度監視デバイス8 5 A，8 5 Bは、それぞれこれを受け、検知ログ（作動環境情報）を送信する。S 2 0 5にてI²Cバスマスタ9 0 7はファン動作監視デバイス8 4 A，8 4 B及び内部温度監視デバイス8 5 A，8 5 Bを受信する。

20

【0 0 6 8】

S 2 0 8では、受信した検知ログを解析し、異常の有無を解析する。図1 4はその詳細を示すものである。S 2 0 8 1では、第一の温度センサ1 5 A及び第二の温度センサ1 5 Bの検知ログを解析する。いずれの温度センサにおいても、「正常」と判定されるのは検知温度dが上限値d max以下となっている場合である。

【0 0 6 9】

S 2 0 8 2では冷却ファン1 4 A，1 4 B（ファン動作監視デバイス8 4 A，8 4 B）の検知ログ解析を行なう。冷却ファン1 4 A，1 4 Bの動作が正常と判定されるための条件は、以下の通りである。

・回転速度uが正常範囲内であること（u min u u max：u minは許容最小回転速度、u maxは許容最大回転速度）。回転速度は、例えばロータリエンコーダなどの回転センサにより検出可能である（いずれも図示せず）。回転速度uがu min未満であることは、冷却ファン1 4 A，1 4 Bの駆動モータが断線その他の要因により正常に回転していないことを意味し、可搬型筐体2 3の内部の冷却が十分に進まず高温化する恐れがある。他方、回転速度uがu maxを超えることは、短絡等により冷却ファン1 4 A，1 4 Bの駆動モータに過剰電流が流れて暴走し、故障につながる可能性がある。

30

・温度T fが正常範囲内であること（T f T f max：T f maxは許容最高温度）。温度T fがT f maxを超えることは、過負荷等の不具合により冷却ファン1 4 A，1 4 Bの駆動モータが異常発熱していることを意味し、故障につながる可能性がある。冷却ファン1 4 A，1 4 Bの温度については、例えば駆動モータの筐体表面の温度を温度センサ（図示せず）により検出することができる。

40

【0 0 7 0】

・電流I fが正常範囲内であること（I f min I f I f max：I f minは許容最小電流値、I f maxは許容最大電流値）。電流I fがI f min未満であることは、冷却ファン1 4 A，1 4 Bの駆動モータが断線その他の要因により正常に回転していないことを意味し、可搬型筐体2 3の内部の冷却が十分に進まず高温化する恐れがある。他方、電流I fがI f maxを超えることは、短絡等により冷却ファン1 4 A，1 4 Bの駆動モータに過剰電流が流れて暴走し、故障につながる可能性がある。

【0 0 7 1】

なお、回転速度uと電流I fの検出はいずれかを省略することも可能であるが、双方を

50

共に検出することで、冷却ファン 14 A, 14 B の回転に生じた異常の原因をより正確に特定する上で有益となる場合がある。例えば、電流 I_f が I_{fmax} を超え、回転速度 u が u_{min} になっている場合は、駆動モータへの通電はなされているが、ファンの回転が異物や伝達系の不調により強制的に妨げられて過負荷状態になっている状況が考えられる。他方、電流 I_f が I_{min} 未満であり、回転速度 u が u_{min} 未満のときは断線か電源異常の可能性が高い。本実施形態のように冷却ファンが複数設けられる場合は、それぞれの冷却ファンについて同様の監視を行なうことが望ましい。

【0072】

なお、より単純な形態として、冷却ファン 14 A, 14 B が単に動作しているか否かを監視する場合は、冷却ファン 14 A, 14 B を、ファン動作監視デバイス 84 A, 84 B が随伴した I^2C デバイスとしてあえて構成せずともよい場合がある。例えば、図 20 に示すように、冷却ファン 14 A, 14 B の駆動電流値 S_F を、例えばシャント抵抗 14 R 等により電圧信号とし、この電圧信号を、冷却ファン 14 A, 14 B の作動・停止を示す二値の検知信号 S_F として統括制御モジュール 9 に入力すればよい（本実施形態では拡張入出力部 910 に入力するようにしている）。

【0073】

図 14 に戻り、S2083 では、バッテリーコントローラ 24 の検知ログを解析する。動作が正常と判定されるための条件は、以下の通りである。

- ・バッテリー残量 C_r が規定下限値 C_{rmin} 以上に確保されていること。

- ・バッテリー電圧 V_b が正常範囲内であること（ $V_{bmin} < V_b < V_{bmax}$: V_{bmin} は許容最低バッテリー電圧、 V_{bmax} は許容最大バッテリー電圧）。バッテリー電圧 V_b が V_{bmin} 未満となることは、バッテリー残量が不足している場合のほか、バッテリー自体の故障や非装着によりバッテリー電圧が出力されていない可能性がある。また、バッテリー電圧が V_{bmax} を超えることは、バッテリー出力回路に対する他電源からの短絡などが不具合として生じている可能性がある。

- ・バッテリー温度 T_b が許容最高温度 T_{bmax} 以下であること。バッテリー温度 T_b が T_{bmax} を超えることは、過充電や過放電など充電式バッテリーの仕様外の動作により異常発熱している可能性がある。

【0074】

そして、S2084 では、以上の全ての解析項目が正常であるか否かを確認する。1 つでも異常であれば S2085 に進んで異常判定を行なう。他方、S2084 で全ての解析項目が正常であれば S2086 に進んで正常判定を行なう。

【0075】

図 13 に戻り、S209 にて異常判定でない場合（すなわち、正常判定の場合）は、図 2 においてスイッチングハブ 11 及びイーサネットバス 32（LAN、第一のネットワーク）を経由して IP プロトコルに従い、S210 にて EPC コンピュータ 300 に EPC 通信ファームウェア（EPC 機能プログラム）305a を立ち上げるための起動指示コマンド（本体立上げ指令）を送信する。EPC コンピュータ 300 はこれを受けてシステム始動し、EPC 通信ファームウェア 305a が立ち上げるとともに、立ち上処理が正常に完了すれば統括制御モジュール 9 に立上完了通知を返す。また、S211 では無線基地局コンピュータ 400 に基地局通信ファームウェア（基地局機能プログラム）405a を立ち上げるための起動指示コマンド（本体立上げ指令）を同様に送信する。無線基地局コンピュータ 400 はこれを受けてシステム始動し、基地局通信ファームウェア 405a を立ち上げるとともに、統括制御モジュール 9 に立上完了通知を返す。統括制御モジュール 9 は、S212 で上記立上完了通知の受信の有無に基づき EPC コンピュータ 300 及び無線基地局コンピュータ 400 の正常起動を確認する。正常起動が確認できれば S213 に進み、 I^2C バスマスタ 907 に正常起動を通知する。 I^2C バスマスタ 907 はこれを受け、LED ドライバ 17 に「作動」を示す LED 点灯コマンドを送信する。これにより、LED ドライバ 17 は図 19 の LED 60B を点灯させる（T213）。

【0076】

10

20

30

40

50

一方、S 2 0 9 にて異常判定の場合は、S 2 1 0 及び S 2 1 1 の処理が実行されない。すなわち、E P C コンピュータ 3 0 0 及び無線基地局コンピュータ 4 0 0 に起動指示コマンド（本体立上げ指令）は送信されず、E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a 及び基地局通信ファームウェア 4 0 5 a の立上げ処理、すなわち E P C モジュール 3 及び無線基地局モジュール 4 を含む通信本体部の起動処理がなされない。これに代わって処理は S 2 1 4 に進み、I²C バスマスタ 9 0 7 に異常発生を通知する。I²C バスマスタ 9 0 7 はこれを受け、L E D ドライバ 1 7 に「異常」を示す L E D 点灯コマンドを送信する。具体的には図 1 4 の異常解析処理において異常発生したデバイスの種別（温度センサ、冷却ファン及びバッテリー）を I²C バスマスタ 9 0 7 に通知し、I²C バスマスタ 9 0 7 は L E D ドライバ 1 7 に対し、異常発生したデバイスに対応する L E D を点灯させるコマンドを送信する。

10

【 0 0 7 7 】

これにより、例えば冷却ファン 1 4 A , 1 4 B の少なくともいずれかに前述の異常（の 1 又は複数）が生じた場合は、図 1 9 の L E D 6 0 C が点灯する。また、温度センサ 1 5 A , 1 5 B の少なくともいずれかの検知温度に異常が生じた場合は、L E D 6 0 D が点灯する。さらに、バッテリーコントローラ 2 4 が前述の異常（の 1 又は複数）を検知している場合は図 1 9 の L E D 6 0 E が点灯する。なお、異常発生したデバイスが複数ある場合は、対応する L E D が複数同時に点灯する。他方、上記の異常発生時においては、「作動」を示す L E D 6 0 B は非点灯となる。なお、該異常発生状況の詳細（デバイス別の異常種別と発生時刻など）を、例えば図 2 の統括制御モジュール 9 に L A N 接続された外部 P C 9 1 1 や、W i F i 接続された U E 5 に G U I（Graphic User Interface）等により出力できるように構成してもよい。

20

【 0 0 7 8 】

上記実施形態の方式においては、通信本体部の作動環境に 1 つでも異常が発生した場合、E P C モジュール 3 及び無線基地局モジュール 4 の通信ファームウェアは立上げ処理そのものが見送られる。例えば、可搬型筐体 2 3 の内部の温度が上昇し、温度センサ 1 5 A , 1 5 B の検知温度が異常になると、E P C コンピュータ 3 0 0 ないし無線基地局コンピュータ 4 0 0 の動作が不安定化する確率が高くなり、無線基地局モジュール 4 及び E P C モジュール 3 が誤動作を起こしたり、他の無線システムの電波干渉源として動作したりしてしまう可能性がある。しかし、内部温度異常を含む作動環境異常が無線通信ユニットの起動時に把握され通信本体部の起動が阻止されることで、上記のような不具合を効果的に防止することができる。

30

【 0 0 7 9 】

一方、温度センサ 1 5 A , 1 5 B の検知温度が異常を示していなくとも、冷却ファン 1 4 A , 1 4 B に停止などの異常が発生していれば、筐体内の冷却が進まないから、いずれは必ず温度異常につながり、同様の不具合を招来することは必至となる。よって、上記のように、可搬型筐体 2 3 内の内部温度情報とともに冷却ファン（冷却装置）の駆動状態情報も合わせて取得し、無線通信ユニット 1 の起動時に異常把握して通信本体部の起動を阻止することで、上記不具合をさらに効果的に防止することができる。

【 0 0 8 0 】

40

E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a（E P C 機能プログラム）及び基地局通信ファームウェア 4 0 5 a（基地局機能プログラム）は、フラッシュメモリなど記憶内容が書き換え可能な不揮発性メモリに記憶されてはいるものの、その動作時には、設定パラメータの書き換えを含む一部の記憶内容の変更処理がなされる場合もある。よって、温度異常の発生は、プログラムの暴走等によりソフトウェアデータの一部を破壊にもつながる場合がある。しかし、上記方式を採用することにより、このようなソフトウェアデータの破壊も生じにくくすることができる。特に、電源スイッチ 6 5 のワンプッシュ操作により E P C コンピュータ 3 0 0 ないし無線基地局コンピュータ 4 0 0 が一括して立ち上がる上記構成においては、異常発生を検知して適宜立上げを停止する機能を搭載していることにより、両コンピュータの通信ファームウェア 3 0 5 a 及び 4 0 5 a を暴走・破壊等から極めて効果的

50

に保護することができる。

【 0 0 8 1 】

次に、上記実施形態の方式においては、バッテリーコントローラ 2 4 による充電式バッテリー 2 1 の状態も作動環境情報として取得され、異常発生した場合は通信本体部の E P C モジュール 3 及び無線基地局モジュール 4 の通信ファームウェアの立上げ処理が阻止される。具体的には、温度センサ 1 5 A , 1 5 B の検知温度及び冷却ファン 1 4 A , 1 4 B における異常発生の有無とは無関係に、バッテリー異常が検出された場合に上記通信ファームウェアの立上げ処理が阻止されるようになっている。

【 0 0 8 2 】

無線通信ユニット 1 がバッテリーにより動作する環境において、例えば残量不足等によりバッテリーからの正常な給電が不能となっている状態にて E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a (E P C 機能プログラム) 及び基地局通信ファームウェア 4 0 5 a (基地局機能プログラム) が立ち上がろうとすると、プログラム起動中の電源遮断によりソフトウェアデータの破壊が生じる場合がある。よって、バッテリー異常が検出された場合に上記通信ファームウェアの立上げ処理を阻止することで、該不具合を効果的に防止することができる。

10

【 0 0 8 3 】

特に、図 4 の外部電圧監視部 1 6 の検知ログが示す受電電圧情報 (受電状態情報) が外部電源電圧を正常に受電していない状態 (例えば略 0 V を示している状態) においては、外部電源電圧をバックアップとして使用できないので、バッテリー異常が検出された場合は、通信本体部の通信ファームウェアの立上げ処理を回避することが特に望ましいといえる。この場合、外部電源電圧を受電している場合は、バッテリー異常が検出された場合においても、外部電源電圧を使用しつつ通信本体部の通信ファームウェアの立上げ処理を実行するように構成することが可能である。

20

【 0 0 8 4 】

一方、外部電源電圧を正常に受電している場合にあっても、バッテリー異常が検出されたとき通信本体部の通信ファームウェアの立上げ処理を回避するように構成することもできる。外部電源電圧を使用しつつ通信本体部の通信ファームウェアの立上げ処理を実行している際に、万一停電等により外部電源電圧の受電が途切れた場合に、バッテリー異常が生じていると通信ファームウェアの立上げ処理を継続するための電源電圧の確保が不能となり、前述のソフトウェアデータの破壊を生じる可能性が生ずる。そこで、上記のように構成することで、通信ファームウェア立上げ処理中の停電等に対しても、ソフトウェアデータを破壊から保護することが可能となる。

30

【 0 0 8 5 】

次に、図 1 5 は、統括制御ファームウェア 9 0 5 a による正常時の無線通信ユニット 1 の終了シーケンスを示すものである。S 4 0 1 では、無線通信ユニット 1 が起動中の状態において、図 2 の電源スイッチ 6 5 を押すと S 4 0 2 に進み、終了処理が実行される。図 1 6 は、終了処理の詳細を示すものであり、図 2 のスイッチングハブ 1 1 及びイーサネットバス 3 2 (L A N 、第一のネットワーク) を経由して I P プロトコルに従い、S 4 0 2 1 にて E P C コンピュータ 3 0 0 に E P C 通信ファームウェア (E P C 機能プログラム) 3 0 5 a を終了 (クローズ) するための終了指示コマンドを送信する。E P C コンピュータ 3 0 0 はこれを受けてクローズ処理に移行し、E P C 通信ファームウェア 3 0 5 a をクローズするとともに、終了処理が正常に完了すれば統括制御モジュール 9 に終了完了通知を返す。また、S 4 0 2 2 では無線基地局コンピュータ 4 0 0 に基地局通信ファームウェア (基地局機能プログラム) 4 0 5 a を終了 (クローズ) するための終了指示コマンドを同様に送信する。無線基地局コンピュータ 4 0 0 はこれを受けて終了 (クローズ) 処理に移行し、基地局通信ファームウェア 4 0 5 a をクローズするとともに、終了処理が正常に完了すれば統括制御モジュール 9 に終了完了通知を返す。統括制御モジュール 9 は、S 4 0 2 3 で上記終了通知の受信の有無に基づき E P C コンピュータ 3 0 0 及び無線基地局コンピュータ 4 0 0 の正常終了を確認する。正常終了が確認できれば S 4 0 2 4 に進み、I²C バスマスタ 9 0 7 に正常終了を通知する。I²C バスマスタ 9 0 7 はこれを受け、L

40

50

LEDドライバ17に「終了」を示すLED点灯コマンドを送信する。これにより、LEDドライバ17は図19のLED60A(電源),60B(作動)を消灯する。そして、統括制御モジュール9の処理はS4025に進み、統括制御コンピュータの終了処理が実施されたのち、電源遮断される。

【0086】

一方、S4023にて正常終了でない場合(すなわち、異常判定の場合)はS4026に進み、I²Cバスマスタ907に異常発生を通知する。T4026にてI²Cバスマスタ907はこれを受け、図19のLED60A(電源)は点灯継続し、60B(作動)は消灯する処理を行なう。LED60Aが点灯継続することにより、使用者は通信本体部の終了処理が正常に完了できなかったことを知ることができる。この場合、例えば、電源スイッチ65の長押し等により強制終了処理が実行されるように構成することもできる。

10

【0087】

次に、図17は、通信本体部の各通信ファームウェア(EPC通信ファームウェア及び基地局通信ファームウェア)が一旦正常に立ち上り、その後の作動中に異常が発生した場合の統括制御ファームウェア905aによる処理の流れを示すものである。この処理は、例えばタイマー処理等により所定の時間間隔にて繰り返し実行される。S501では、冷却ファン14A,14B(ファン動作監視デバイス84A,84B)、温度センサ15A,15B(内部温度監視デバイス85A,85B)及びバッテリーコントローラ24からの検知ログ収集をI²Cバスマスタ907に指示し、S502にてI²Cバスマスタ907から各デバイスの検知ログを受信する。該ステップは、図13のS204~S207に至る処理と同様である。そして、S503では図14と同様の異常解析処理を実施する。そして、S505で異常判定の場合にのみ、図16の終了処理を実行する(S506)。このように、基地局通信ファームウェア405a(基地局機能プログラム)及びEPC通信ファームウェア305a(EPC機能プログラム)の立ち上げ後において通信本体部に作動環境異常が発生した場合は、両ファームウェアの終了処理が行われた後電源遮断が行われるので、上記異常時もソフトウェアデータを破壊から保護することができる。

20

【0088】

図18は、電源モジュール22に対する外部電源とバッテリー電源との切替えについての統括制御ファームウェア905aによる処理の流れを示すものである。この処理も所定の時間間隔にて繰り返し実行される。S601では、外部電圧監視部16(図4)からの受電電圧にかかる検知ログの取得をI²Cバスマスタ907に指示する。S602では、I²Cバスマスタ907から該検知ログを受信する。S603では、その検知ログが受電中を示している場合はS604に進み、I²Cバスマスタ907に外部受電ありを通知する。I²Cバスマスタ907はこれを受け、LEDドライバ17に「外部電源受電中」を示すLEDの点灯コマンドを送信する。これにより、LEDドライバ17は図19のLED60F(外部電源)を点灯する(T604)。

30

【0089】

一方、S603で検知ログが受電中を示していない場合はS606に進み、I²Cバスマスタ907に外部受電なしを通知する。I²Cバスマスタ907はこれを受け、LEDドライバ17に「外部電源受電中」を示すLEDの消灯コマンドを送信する。これにより、LEDドライバ17は図19のLED60F(外部電源)を消灯する(T606)。そして、S605に進み、充電式バッテリー21への電源切替を行なう。

40

【0090】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、あくまで例示であって、本発明はこれに限定されるものではない。

【符号の説明】

【0091】

- 1 無線通信ユニット
- 2 MME
- 3 EPCモジュール

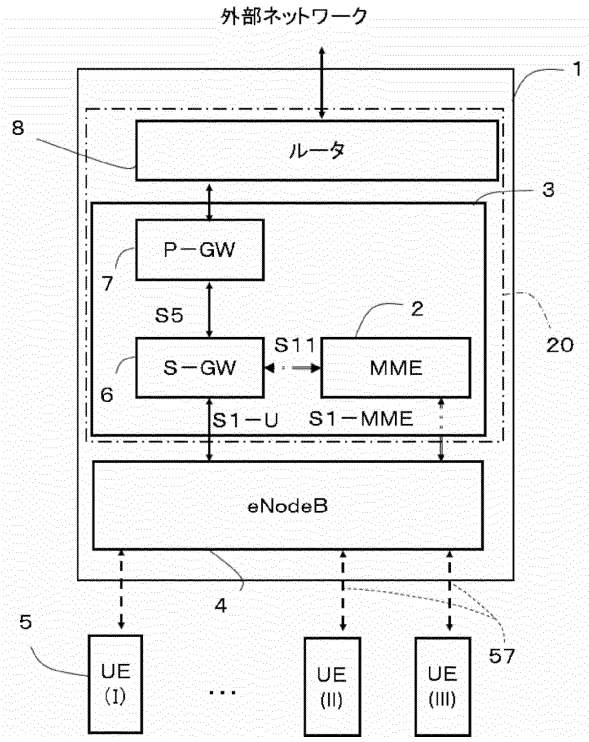
50

4	無線基地局モジュール	
5	UE (移動端末)	
6	S - GW	
7	P - GW	
8	ルータ	
9	統括制御モジュール	
11	スイッチングハブ	
14A, 14B	冷却ファン (冷却装置)	
15A, 15B	温度センサ	
16	外部電圧監視部	10
21	充電式バッテリー	
22	電源モジュール	
23	可搬型筐体	
23y	気流入口	
23w	気流出口	
24	バッテリーコントローラ (スレーブノード)	
25	AC / DCコンバータ	
26	外部電源	
32	イーサネットバス (第一のネットワーク)	
52	I ² Cバス (第二のネットワーク)	20
57	無線ベアラ	
65	電源スイッチ	
66	制御スイッチ	
60	LED (作動環境異常報知部)	
84A, 84B	ファン動作監視デバイス (冷却装置駆動状態情報取得ノード、スレーブノード)	
85A, 85B	内部温度監視デバイス (内部温度情報取得ノード、スレーブノード)	
234	中間支持板 (モジュール組付支持板)	
300	EPCコンピュータ	
301	CPU	30
302	RAM	
303	マスクROM	
304	イーサネットインターフェース	
305	フラッシュメモリ	
305a	EPC通信ファームウェア	
305b	MMEエンティティ	
305c	S - GWエンティティ	
305d	P - GWエンティティ	
305e	ソフトウェアルータ	
306	内部バス	40
400	無線基地局コンピュータ	
401	CPU	
402	RAM	
403	マスクROM	
404	デュプレクサ	
405	フラッシュメモリ	
405a	基地局通信ファームウェア	
406	内部バス	
408	イーサネットインターフェース	
412	無線通信部	50

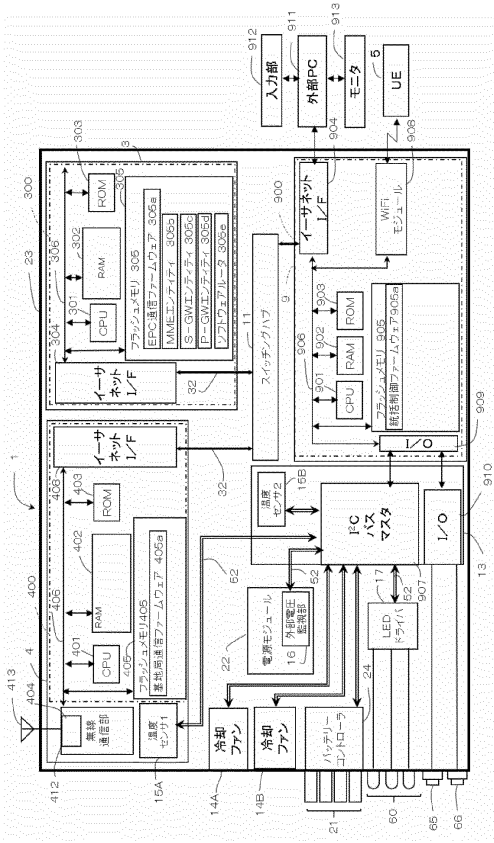
- 9 0 0 統括制御コンピュータ
- 9 0 1 C P U
- 9 0 2 R A M
- 9 0 3 マスク R O M
- 9 0 4 イーサネットインターフェース（第一のインターフェース、本体立上げ指令送信部）
- 9 0 5 フラッシュメモリ
- 9 0 5 a 統括制御ファームウェア（作動環境異常判定部、作動中異常対応処理部）
- 9 0 6 内部バス
- 9 0 7 I ² C バスマスタ（第二のインターフェース、マスタノード）
- 9 0 8 W i F i モジュール
- 9 0 9 入出力部（主起動信号受付部）
- 9 1 1 外部 P C
- 9 1 2 無線通信部

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

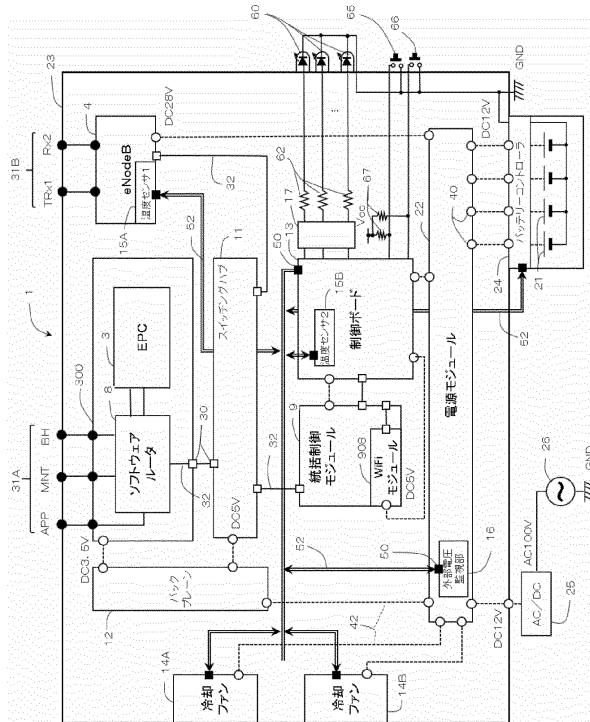
20

30

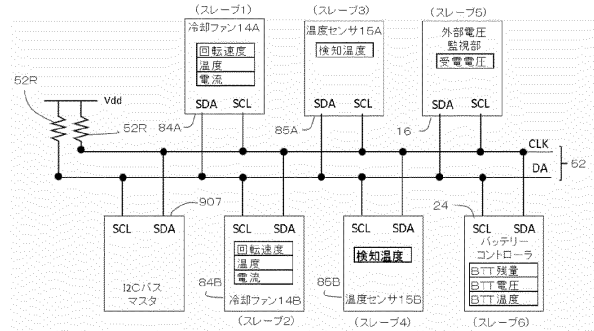
40

50

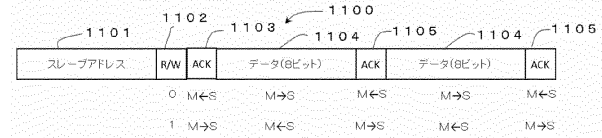
【 図 3 】



【 図 4 】

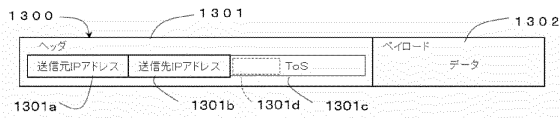


10

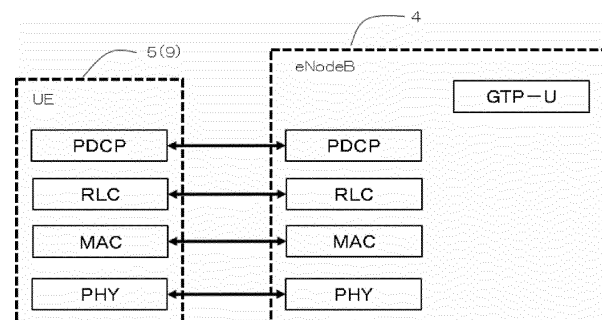


20

【 図 5 】

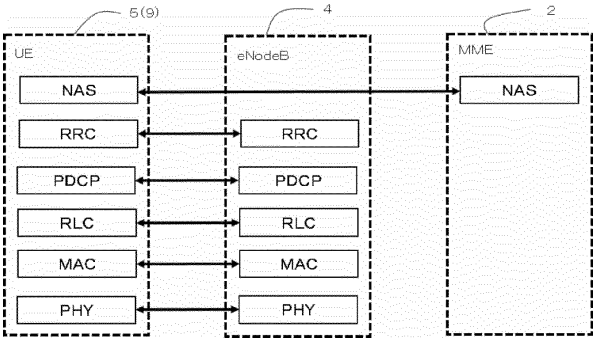


【 図 6 】

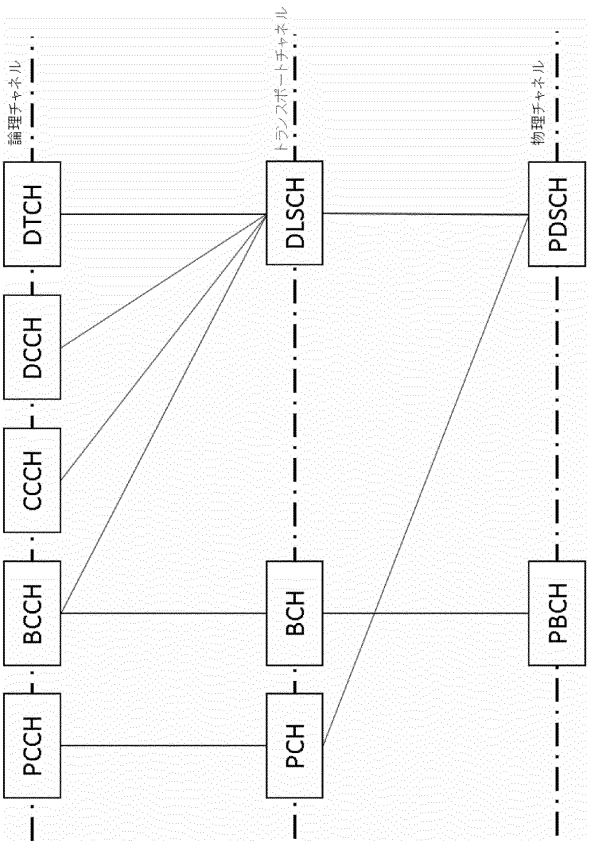


30

【図 7】



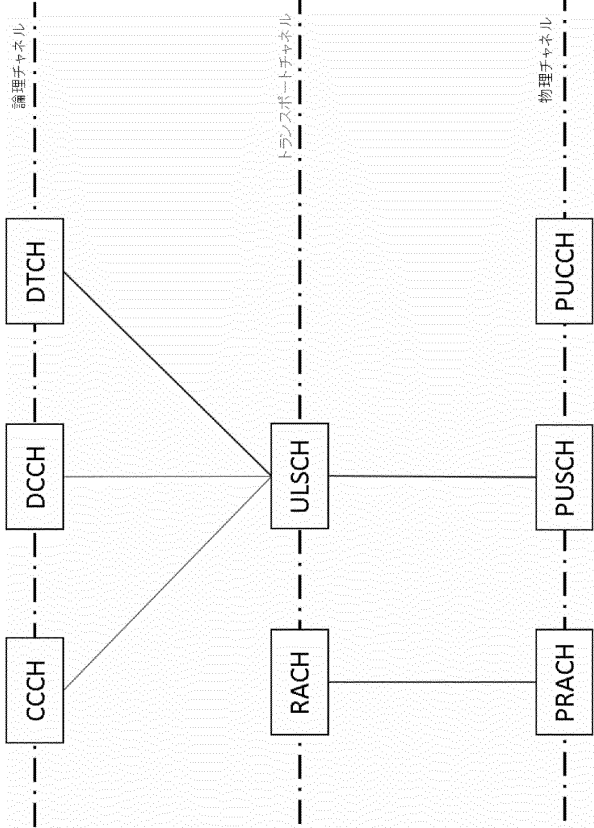
【図 8】



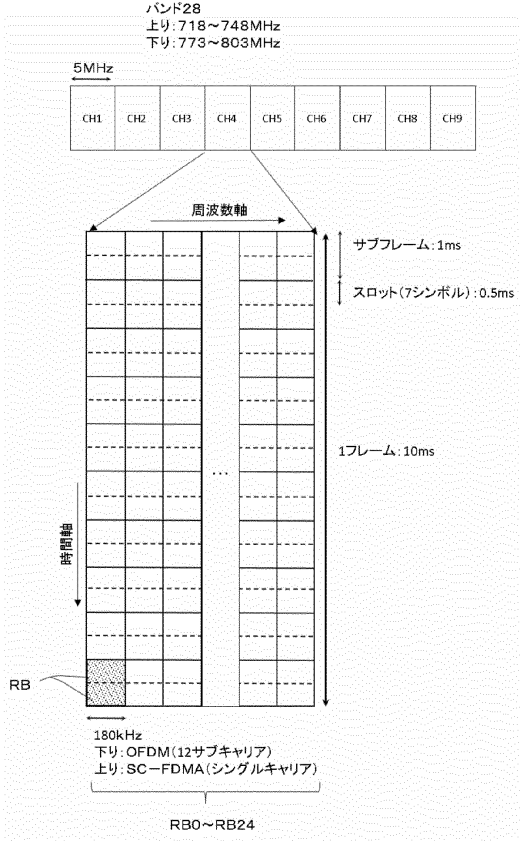
10

20

【図 9】



【図 10】

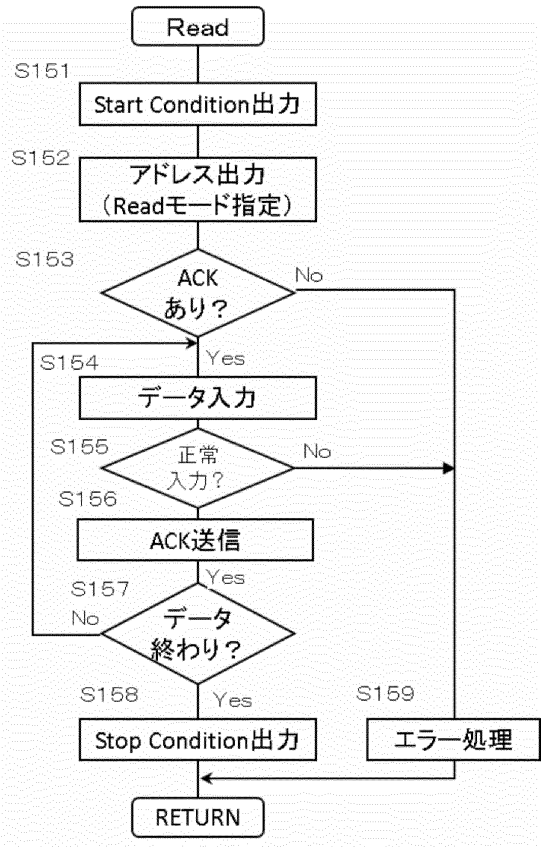


30

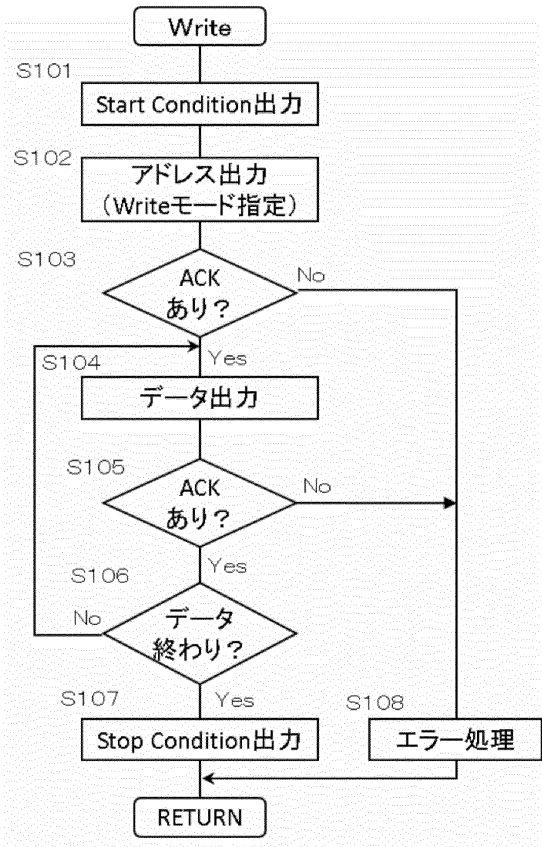
40

50

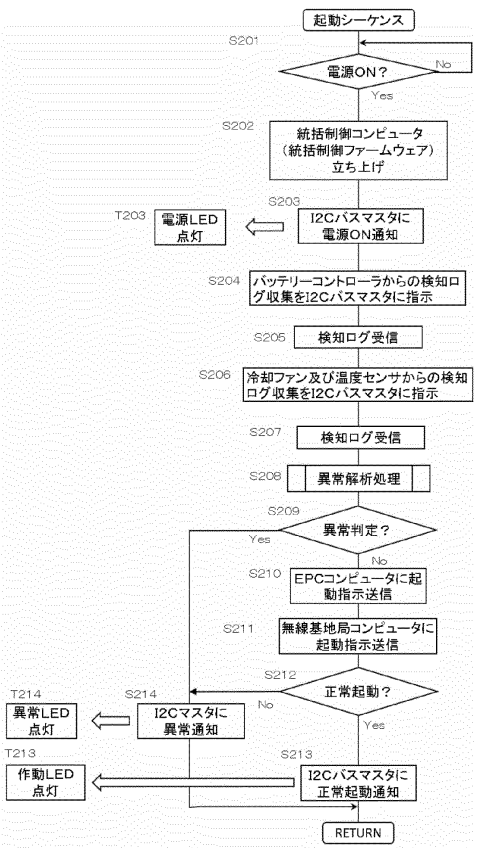
【図 1 1】



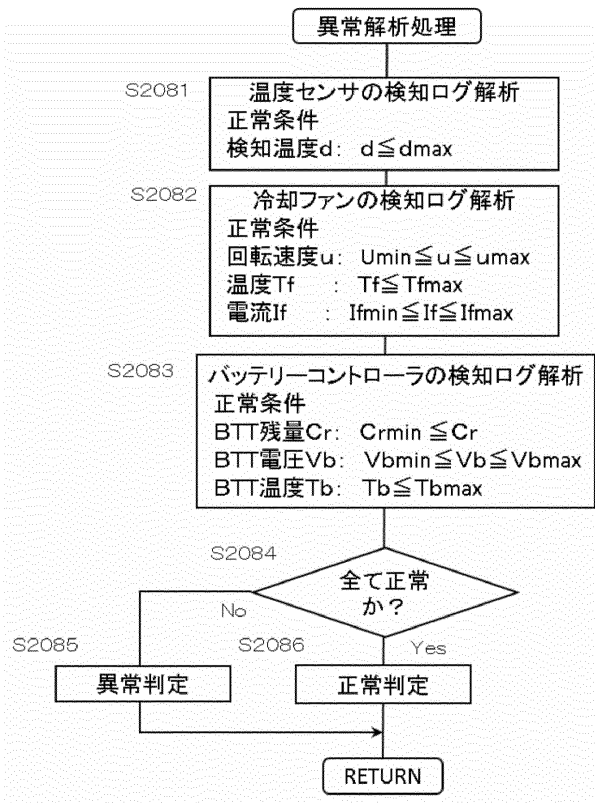
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



10

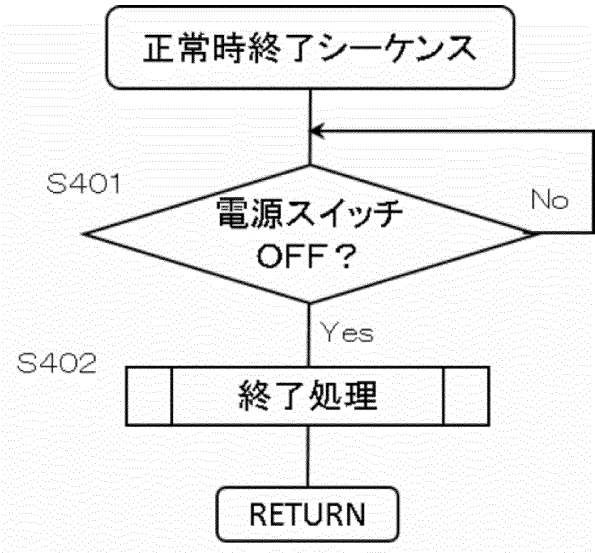
20

30

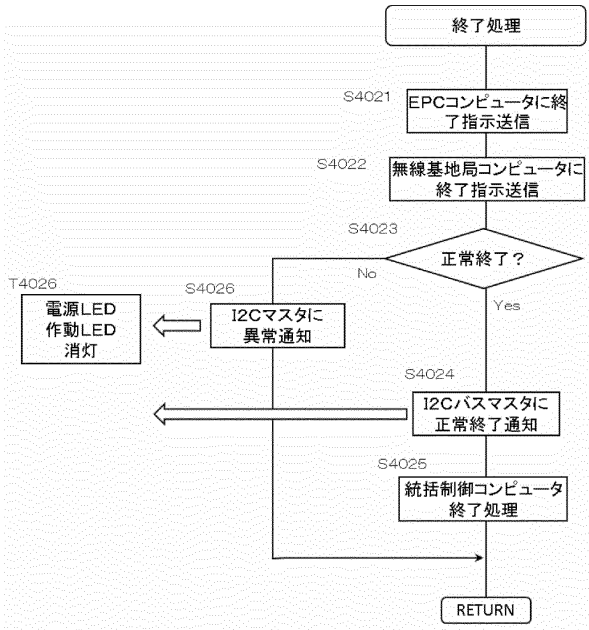
40

50

【図 15】

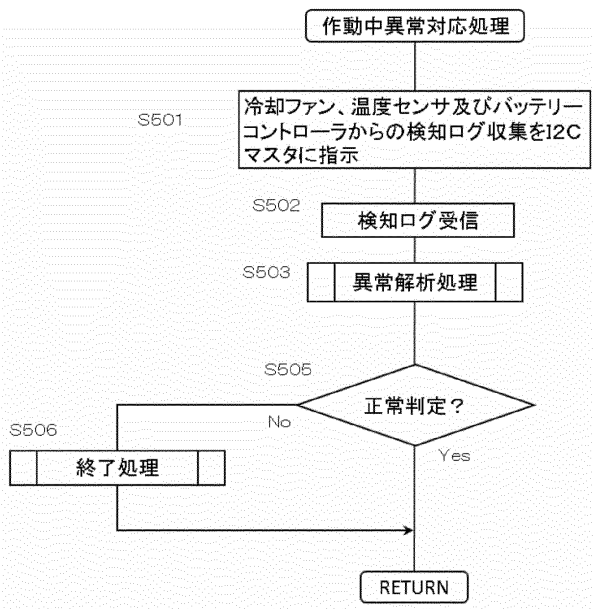


【図 16】

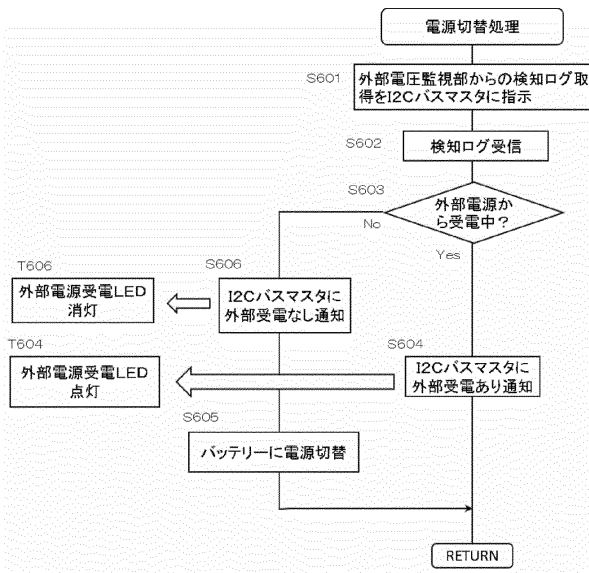


10

【図 17】



【図 18】

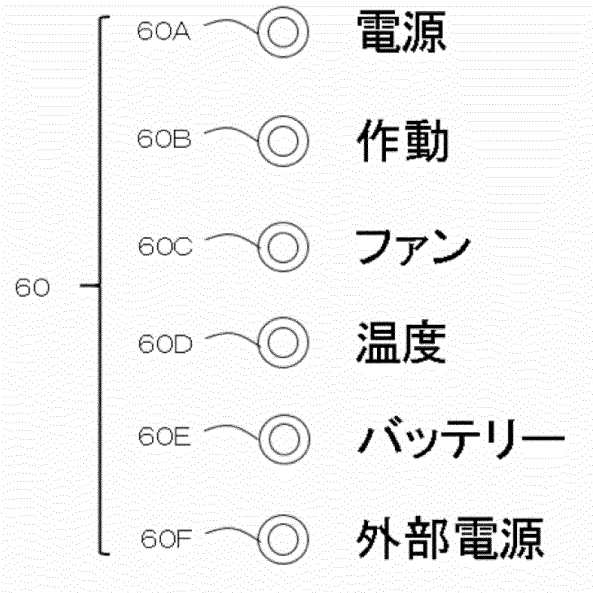


30

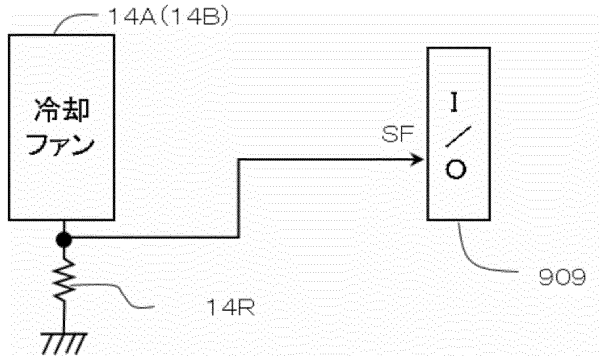
40

50

【図 19】

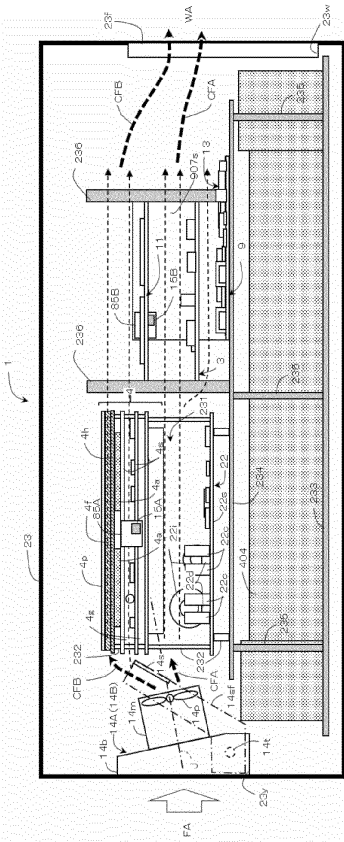


【図 20】

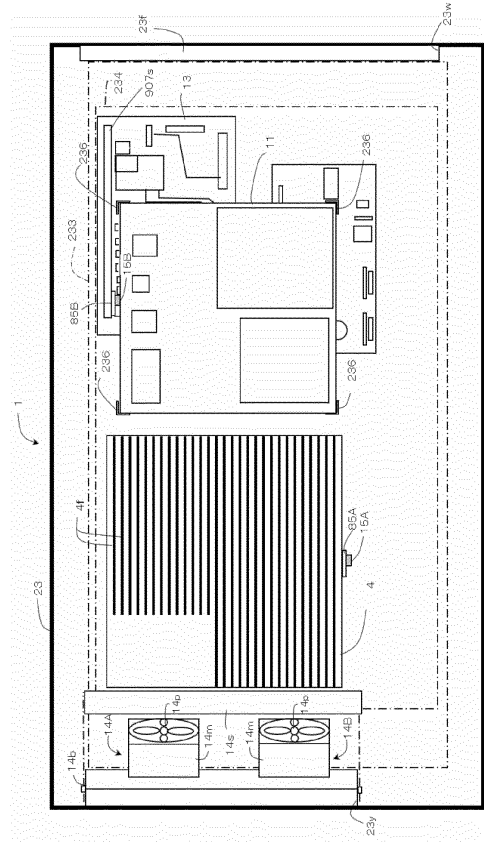


10

【図 21】



【図 22】



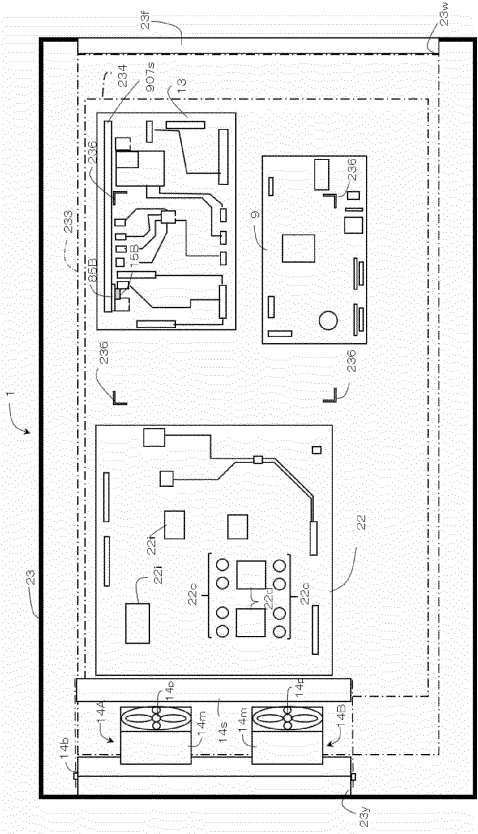
20

30

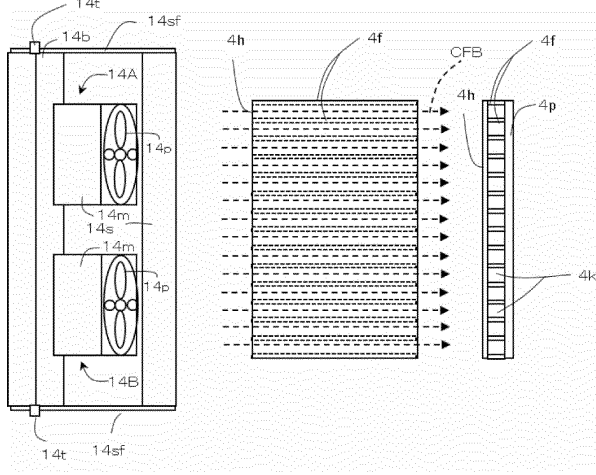
40

50

【図 2 3】



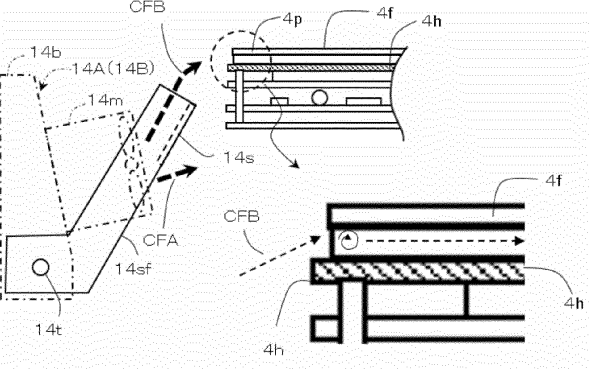
【図 2 4】



10

20

【図 2 5】



30

40

50

フロントページの続き

東京都三鷹市牟礼六丁目 2 1 番 1 1 号 日本無線株式会社内

(72)発明者 勝又 貞行

東京都三鷹市牟礼六丁目 2 1 番 1 1 号 日本無線株式会社内

審査官 小松崎 里沙

(56)参考文献

特開 2 0 1 6 - 0 1 2 8 4 1 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 1 3 8 7 2 7 (J P , A)

特開 2 0 1 9 - 1 3 3 4 6 9 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 3 2 5 1 2 4 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 1 2 8 8 2 4 (J P , A)

特開平 0 6 - 2 4 4 7 6 8 (J P , A)

特開 2 0 1 8 - 0 4 1 1 4 7 (J P , A)

再公表特許第 2 0 1 1 / 0 3 9 9 5 8 (J P , A 1)

特開 2 0 1 7 - 0 2 8 5 6 3 (J P , A)

特開 2 0 0 9 - 1 1 1 2 3 2 (J P , A)

特開 2 0 1 4 - 0 3 8 9 2 4 (J P , A)

特開 2 0 1 3 - 1 9 7 1 3 9 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 0 3 4 7 1 9 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 2 0 1 9 2 5 (J P , A)

特開平 0 3 - 1 9 0 5 7 0 (J P , A)

特開 2 0 1 1 - 1 5 9 8 6 7 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 7 / 0 0 4 7 7 1 9 (U S , A 1)

中国特許出願公開第 1 1 0 4 7 5 4 6 6 (C N , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 M 3 / 0 0

3 / 1 6 - 3 / 2 0

3 / 3 8 - 3 / 5 8

7 / 0 0 - 7 / 1 6

1 1 / 0 0 - 1 1 / 1 0

G 0 8 B 2 3 / 0 0 - 3 1 / 0 0

H 0 4 B 1 / 6 0

3 / 4 6 - 3 / 4 9 3

7 / 2 4 - 7 / 2 6

1 7 / 0 0 - 1 7 / 4 0

H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0

H 0 5 K 7 / 2 0