



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

無線周波数信号を処理する R F モジュールであって、ベースバンド信号を処理する、当該 R F モジュールの外部に設けられた B B モジュールと接続可能な R F モジュールにおいて、

当該 R F モジュールの状態を表すデータを、前記 B B モジュールを介さずに外部に出力するコントローラを備えている、  
ことを特徴とする R F モジュール。

**【請求項 2】**

アンテナ及び角度センサを更に備えており、  
前記データには、前記角度センサにて検出された当該 R F モジュールの傾斜角及び方位角の一方又は両方を表すデータが含まれている、  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の R F モジュール。

10

**【請求項 3】**

電流 / 電圧センサを更に備えており、  
前記データには、前記電流 / 電圧センサにて検出された当該 R F モジュールの消費電流及び電源電圧の一方又は両方を表すデータが含まれている、  
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の R F モジュール。

**【請求項 4】**

温度センサを更に備えており、  
前記データには、前記温度センサにて検出された当該 R F モジュールの温度を表すデータが含まれている、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項に記載の R F モジュール。

20

**【請求項 5】**

送信回路又は受信回路を更に備えており、  
前記データには、前記送信回路又は前記受信回路の周波数又はゲインを表すデータが含まれている、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか 1 項に記載の R F モジュール。

**【請求項 6】**

通信インタフェースを更に備えており、  
前記コントローラは、前記通信インタフェースを用いて前記データを外部装置に送信する、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の R F モジュール。

30

**【請求項 7】**

インジケータを更に備えており、  
前記コントローラは、前記インジケータを用いて前記データを可視的に出力する、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れか 1 項に記載の R F モジュール。

**【請求項 8】**

前記無線周波数信号は、ミリ波帯に属する無線周波数信号である、  
ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 の何れか 1 項に記載の R F モジュール。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、R F モジュールに関する。特に、外部に設けられた B B モジュールと接続可能な R F モジュールに関する。

**【背景技術】****【0002】**

無線装置は、通常、ベースバンド信号を処理する B B モジュールと、無線周波数信号を処理する R F モジュールと、アンテナと、を含んで構成されている。特許文献 1 には、このような構成を有するスマートアンテナシステムが開示されている。このスマートアンテ

50

ナシステムが備えるアンテナは、フェイズドアレイアンテナである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-15800号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ミリ波帯やマイクロ波帯などの高周波帯で動作する無線装置においては、アンテナをRFモジュールの外部に設け、アンテナとRFモジュールとを同軸ケーブルで接続することが困難になる。このため、アンテナをRFモジュールに実装する（アンテナをRFモジュールの内部に設ける）構成がしばしば採用される。このような構成を採用する場合、BBモジュールとRFモジュールとを別体化し、BBモジュールとRFモジュールとを異なる場所に配置することを可能とすることが好ましい。なぜなら、アンテナが実装されたRFモジュールは、電磁波を送受信し易い場所に配置するべきであり、BBモジュールは、ノイズの影響を受け難い場所に配置するべきであるからである。しかしながら、このような構成を採用すると、以下のような問題を生じる。

10

【0005】

すなわち、RFモジュールの設置作業は、ユーザがRFモジュールの状態を認識した状態で行うことが好ましい。例えば、フェイズドアレイアンテナなど、指向性の高いアンテナが実装されたRFモジュールの設定作業は、ユーザがRFモジュールの傾斜角及び方位角を正確に認識した状態で行うことが好ましい。このため、RFモジュールに、角度センサを搭載することなどが考えられる。しかしながら、従来の構成では、RFモジュールに搭載された角度センサにて検出されたRFモジュールの傾斜角及び方位角は、RFモジュールからBBモジュールへと伝送され、BBモジュールから、或いは、BBモジュールに接続された装置から出力されることになる。このため、BBモジュールから離れた場所でRFモジュールの設置作業を行うユーザは、RFモジュールの傾斜角及び方位角を認識することが困難であった。また、従来の構成では、RFモジュールの状態がBBモジュールを経由して外部に出力されるため、BBモジュールに不具合（機械的な故障やソフトウェアのバグなど）があると、ユーザがRFモジュールの状態を正しく認識できなくなるという問題があった。

20

30

【0006】

本発明の一態様は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、BBモジュールから離れた場所でRFモジュールを取り扱うユーザであっても状態を認識することが可能であり、かつ、BBモジュールの不具合等に妨げられることなくユーザが状態を認識することが可能であるRFモジュールを実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の態様1に係るRFモジュールは、無線周波数信号を処理するRFモジュールであって、ベースバンド信号を処理する、当該RFモジュールの外部に設けられたBBモジュールと接続可能なRFモジュールにおいて、当該RFモジュールの状態を表すデータを、前記BBモジュールを介さずに外部に出力するコントローラを備えている。

40

【0008】

上記の構成によれば、RFモジュールの状態を表すデータを、BBモジュールを介さずに外部に出力することができる。したがって、BBモジュールから離れた場所でRFモジュールを取り扱うユーザであっても、RFモジュールの状態を認識することが可能になる。また、BBモジュールに不具合（機械的な故障やソフトウェアのバグなど）があっても、ユーザは、これに妨げられることなく、RFモジュールの状態を認識することが可能になる。

【0009】

50

本発明の態様 2 に係る R F モジュールにおいては、態様 1 に係る R F モジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、アンテナ及び角度センサを更に備えており、前記データには、前記角度センサにて検出された当該 R F モジュールの傾斜角及び方位角の一方又は両方を表すデータが含まれている、という構成が採用されている。

【 0 0 1 0 】

上記の構成によれば、B B モジュールから離れた場所で R F モジュールを取り扱うユーザであっても、アンテナを備えた R F モジュールの傾斜角及び方位角の一方又は両方を認識することができる。また、B B モジュールに不具合があっても、ユーザは、これに妨げられることなく、アンテナを備えた R F モジュールの傾斜角及び方位角の一方又は両方を認識することができる。

10

【 0 0 1 1 】

本発明の態様 3 に係る R F モジュールにおいては、態様 1 又は 2 に係る R F モジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、電流 / 電圧センサを更に備えており、前記データには、前記電流 / 電圧センサにて検出された当該 R F モジュールの消費電流及び電源電圧の一方又は両方を表すデータが含まれている、という構成が採用されている。

【 0 0 1 2 】

上記の構成によれば、B B モジュールから離れた場所で R F モジュールを取り扱うユーザであっても、R F モジュールの消費電流及び電源電圧の一方又は両方を認識することができる。また、B B モジュールに不具合があっても、ユーザは、これに妨げられることなく、R F モジュールの消費電流及び電源電圧の一方又は両方を認識することができる。

20

【 0 0 1 3 】

本発明の態様 4 に係る R F モジュールにおいては、態様 1 ~ 3 の何れかに係る R F モジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、温度センサを更に備えており、前記データには、前記温度センサにて検出された当該 R F モジュールの温度を表すデータが含まれている、という構成が採用されている。

【 0 0 1 4 】

上記の構成によれば、B B モジュールから離れた場所で R F モジュールを取り扱うユーザであっても、R F モジュールの温度を認識することができる。また、B B モジュールに不具合があっても、ユーザは、これに妨げられることなく、R F モジュールの温度を認識することができる。

30

【 0 0 1 5 】

本発明の態様 5 に係る R F モジュールにおいては、態様 1 ~ 4 の何れかに係る R F モジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、送信回路又は受信回路を更に備えており、前記データには、前記送信回路又は前記受信回路の周波数又はゲインを表すデータが含まれている、という構成が採用されている。

【 0 0 1 6 】

上記の構成によれば、B B モジュールから離れた場所で R F モジュールを取り扱うユーザであっても、R F モジュールが備える前記送信回路又は前記受信回路の周波数又はゲインを認識することができる。また、B B モジュールに不具合があっても、ユーザは、これに妨げられることなく、R F モジュールが備える前記送信回路又は前記受信回路の周波数又はゲインを認識することができる。

40

【 0 0 1 7 】

本発明の態様 6 に係る R F モジュールにおいては、態様 1 ~ 5 の何れかに係る R F モジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、通信インタフェースを更に備えており、前記コントローラは、前記通信インタフェースを用いて前記データを外部装置に送信する、という構成が採用されている。

【 0 0 1 8 】

上記の構成によれば、外部装置を利用することによって、B B モジュールから離れた場所で R F モジュールを取り扱うユーザであっても、R F モジュールの状態を認識すること

50

ができる。また、外部装置を利用することによって、ユーザは、BBモジュールの不具合等に妨げられることなく、RFモジュールの状態を認識することができる。

【0019】

本発明の態様7に係るRFモジュールにおいては、態様1～6の何れかに係るRFモジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、インジケータを更に備えており、前記コントローラは、前記インジケータを用いて前記データを可視的に出力する、という構成が採用されている。

【0020】

上記の構成によれば、インジケータを目視することによって、BBモジュールから離れた場所でRFモジュールを取り扱うユーザであっても、RFモジュールの状態を認識することができる。また、インジケータを目視することによって、ユーザは、BBモジュールの不具合等に妨げられることなく、RFモジュールの状態を認識することができる。

10

【0021】

本発明の態様8に係るRFモジュールにおいては、態様1～7の何れかに係るRFモジュールの構成に加えて以下の構成が採用されている。すなわち、前記無線周波数信号は、ミリ波帯に属する無線周波数信号である、という構成が採用されている。

【0022】

上記の構成によれば、BBモジュールから離れた場所でRFモジュールを取り扱うユーザであっても、ミリ波帯に属する無線周波数信号を処理するRFモジュールの状態を認識することができる。また、ユーザは、BBモジュールの不具合等に妨げられることなく、ミリ波帯に属する無線周波数信号を処理するRFモジュールの状態を認識することができる。

20

【発明の効果】

【0023】

本発明の一態様によれば、BBモジュールから離れた場所でRFモジュールを取り扱うユーザであっても、状態を認識することが可能であり、かつ、BBモジュールの不具合等に妨げられることなく、ユーザが状態を認識することが可能であるRFモジュールを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施形態に係るRFモジュールの構成を示すブロックである。

【図2】図1のRFモジュールが備えるモジュールコントローラの動作（メインフロー）の流れを例示するフローチャートである。

【図3】SPI通信が発生したときに図1のRFモジュールが備えるモジュールコントローラが実施する割り込み処理の流れを例示するフローチャートである。

【図4】UART通信が発生したときに図1のRFモジュールが備えるモジュールコントローラが実施する割り込み処理の流れを例示するフローチャートである。

【図5】図1のRFモジュールの筐体の部分断面図である。

【図6】図1のRFモジュールの変形例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

（RFモジュールの構成）

本発明の一実施形態に係るRFモジュール1の構成について、図1を参照して説明する。図1は、RFモジュール1のブロック図である。

【0026】

RF（Radio Frequency）モジュール1は、主に無線周波数信号（本実施形態においては、60GHz帯に属するミリ波信号）を処理するモジュールであり、図1に示すように、送信回路11と、送信アンテナ12と、受信回路13と、受信アンテナ14と、IC（Integrated Circuit）コントローラ15と、角度センサ16と、電流/電圧センサ17と、モジュールコントローラ18（特許請求の範囲における「コントローラ」の一例）と、

40

50

通信インタフェース 19 と、を備えている。送信回路 11、受信回路 13、及び IC コントローラ 15 は、RFIC (Radio Frequency Integrated Circuit) 20 上に実装されている。RF モジュール 1 には、RF モジュール 1 の外部に設けられた、主にベースバンド信号を処理する BB (Base Band) モジュール (不図示) が接続可能である。

【0027】

送信回路 11 は、BB モジュールから供給された、ベースバンド信号である送信信号  $I_{in}$ 、 $Q_{in}$  を、無線周波数信号である送信信号  $T1'' \sim T16''$  に変換するための回路である。送信回路 11 にて得られた送信信号  $T1'' \sim T6''$  は、送信アンテナ 12 に供給される。ここで、送信信号  $I_{in}$  は、I チャンネルの送信信号であり、送信信号  $Q_{in}$  は、Q チャンネルの送信信号である。送信回路 11 は、例えば図 1 に示すように、アップコンバータ 111 と、分配回路 112 と、により構成することができる。

10

【0028】

アップコンバータ 111 は、BB モジュールから供給された、ベースバンド信号である送信信号  $I_{in}$ 、 $Q_{in}$  を、無線周波数信号である送信信号  $T0$  に変換する。アップコンバータ 111 は、例えば図 1 に示すように、ローパスフィルタ 111a1、111a2 と、可変ゲインアンプ 111b1、111b2 と、加算器 111c1、111c2 と、乗算器 (ミキサ) 111d1、111d2 と、可変ゲインアンプ 111e と、局所発振器 LO と、スイッチ SW と、により構成することができる。局所発振器 LO 及びスイッチ SW は、後述するダウンコンバータ 131 と共有される。

20

【0029】

ローパスフィルタ 111a1、111a2 は、それぞれ、送信信号  $I_{in}$ 、 $Q_{in}$  から高周波成分を除去する。可変ゲインアンプ 111b1、111b2 は、それぞれ、ローパスフィルタ 111a1、111a2 にて高周波成分が除去された送信信号  $I_{in}'$ 、 $Q_{in}'$  を増幅する。加算器 111c1、111c2 は、それぞれ、可変ゲインアンプ 111b1、111b2 にて増幅された送信信号  $I_{in}''$ 、 $Q_{in}''$  に DC 成分を加算することによって、オフセットを付加する。乗算器 111d1、111d2 は、それぞれ、加算器 111c1、111c2 にて DC 成分が加算された送信信号  $I_{in}'''$ 、 $Q_{in}'''$  に局所信号を乗算することによって、無線周波数信号である送信信号  $T01$ 、 $T02$  を生成する。この局所信号は、送信動作時にスイッチ SW を介して局所発振器 LO から供給される。なお、乗算器 111d1 に供給される局所信号と、乗算器 111d2 に供給される局所信号とは、位相が  $90^\circ$  異なる可変ゲインアンプ 111e は、乗算器 111d1、111d2 にて得られた送信信号  $T01$ 、 $T02$  を合成及び増幅する可変ゲインアンプ 111e にて生成された送信信号  $T0$  は、分配回路 112 に供給される。

30

【0030】

分配回路 112 は、アップコンバータ 111 から供給された、無線周波数信号である送信信号  $T0$  を、無線周波数信号である送信信号  $T1'' \sim T16''$  に分配する。分配回路 112 は、例えば図 1 に示すように、分波器 112a と、移相器 112a1 ~ 112a16 と、パワーアンプ 112b1 ~ 112b16 と、により構成することができる。

【0031】

分波器 112a は、送信信号  $T0$  を送信信号  $T1 \sim T16$  に分波する。移相器 112a1 ~ 112a16 は、それぞれ、分波器 112a にて分波された送信信号  $T1 \sim T16$  の位相を遅延させる。パワーアンプ 112b1 ~ 112b16 は、それぞれ、移相器 112a1 ~ 112a16 にて位相が遅延された送信信号  $T1' \sim T16'$  を増幅する。パワーアンプ 112b1 ~ 112b16 にて増幅された送信信号  $T1'' \sim T16''$  は、それぞれ、送信アンテナ 12 に供給される。

40

【0032】

送信アンテナ 12 は、送信回路 11 から供給された送信信号  $T1'' \sim T16''$  を電磁波に変換するための素子である。送信アンテナ 12 にて得られた電磁波は、外部に送信される。本実施形態においては、送信アンテナ 12 として、フェイズドアレイアンテナを用いている。なお、このフェイズドアレイアンテナの最大利得方向は、前述した移相器 112

50

a 1 ~ 1 1 2 a 1 6 における位相変化量に応じて決まる。

【 0 0 3 3 】

受信アンテナ 1 4 は、外部から受信した電磁波を受信信号 R 1 ~ R 1 6 に変換するための素子である。受信アンテナ 1 4 にて得られた受信信号 R 1 ~ R 1 6 は、受信回路 1 3 に供給される。本実施形態においては、受信アンテナ 1 4 として、フェイズドアレイアンテナを用いている。なお、このフェイズドアレイアンテナの最大利得方向は、後述する移相器 1 3 2 a 1 ~ 1 3 2 a 1 6 が受信信号 R 1 ~ R 1 6 の位相を遅延させる位相遅延量に応じて決まる。

【 0 0 3 4 】

受信回路 1 3 は、受信アンテナ 1 4 から供給された、無線周波数信号である受信信号 R 1 ~ R 1 6 をベースバンド信号である受信信号 I o u t " ' , Q o u t " ' に変換するための回路である。受信回路 1 3 にて得られた受信信号 I o u t " ' , Q o u t " ' は、B B モジュールに供給される。ここで、受信信号 I o u t は、I チャンネルの受信信号であり、受信信号 Q o u t は、Q チャンネルの受信信号である。受信回路 1 3 は、例えば図 1 に示すように、ダウンコンバータ 1 3 1 と、合成回路 1 3 2 と、により構成することができる。

10

【 0 0 3 5 】

合成回路 1 3 2 は、受信アンテナ 1 4 から供給された、無線周波数信号である受信信号 R 1 ~ R 1 6 を、無線周波数信号である受信信号 R 0 に合成する。合成回路 1 3 2 は、例えば図 1 に示すように、合波器 1 3 2 a と、移相器 1 3 2 a 1 ~ 1 3 2 a 1 6 と、ローノイズアンプ 1 3 2 b 1 ~ 1 3 2 b 1 6 と、により構成することができる。

20

【 0 0 3 6 】

ローノイズアンプ 1 3 2 b 1 ~ 1 3 2 b 1 6 は、それぞれ、受信信号 R 1 ~ R 1 6 を増幅する。移相器 1 3 2 a 1 ~ 1 3 2 a 1 6 は、それぞれ、ローノイズアンプ 1 3 2 b 1 ~ 1 3 2 b 1 6 にて増幅された受信信号 R 1 ' ~ R 1 6 ' の位相を遅延させる。合波器 1 3 2 a は、移相器 1 3 2 a 1 ~ 1 3 2 a 1 6 にて位相が遅延された受信信号 R 1 " ~ R 1 6 " を受信信号 R 0 に合波する。合波器 1 3 2 a にて合波された受信信号 R 0 は、ダウンコンバータ 1 3 1 に供給される。

【 0 0 3 7 】

ダウンコンバータ 1 3 1 は、合成回路 1 3 2 から供給された、無線周波数信号である受信信号 R 0 を、ベースバンド信号である受信信号 I o u t " ' , Q o u t " ' に変換する。ダウンコンバータ 1 3 1 は、例えば図 1 に示すように、ローパスフィルタ 1 3 1 a 1 , 1 3 1 a 2 と、可変ゲインアンプ 1 3 1 b 1 , 1 3 1 b 2 と、加算器 1 3 1 c 1 , 1 3 1 c 2 と、乗算器 ( ミキサ ) 1 3 1 d 1 , 1 3 1 d 2 と、可変ゲインアンプ 1 3 1 e と、局部発振器 L O と、スイッチ S W と、により構成することができる。局所発振器 L O 及びスイッチ S W は、前述したアップコンバータ 1 1 1 と共有される。

30

【 0 0 3 8 】

可変ゲインアンプ 1 3 1 e は、受信信号 R 0 を増幅及び分配する。乗算器 1 3 1 d 1 , 1 3 1 d 2 は、それぞれ、可変ゲインアンプ 1 3 1 e にて増幅及び分配された受信信号 R 0 1 , R 0 2 に局所信号を乗算することによって、ベースバンド信号である受信信号 I o u t , Q o u t を生成する。この局所信号は、受信動作時にスイッチ S W を介して局所発振器 L O から供給される。なお、乗算器 1 3 1 d 1 に供給される局所信号と、乗算器 1 3 1 d 2 に供給される局所信号とは、位相が 9 0 ° 異なる。加算器 1 3 1 c 1 , 1 3 1 c 2 は、それぞれ、乗算器 1 3 1 d 1 , 1 3 1 d 2 にて生成された受信信号 I o u t , Q o u t に D C 成分を加算することによって、オフセットを除去する。可変ゲインアンプ 1 3 1 b 1 , 1 3 1 b 2 は、それぞれ、加算器 1 3 1 c 1 , 1 3 1 c 2 にて D C 成分が加算された受信信号 I o u t ' , I o u t ' を増幅する。ローパスフィルタ 1 3 1 a 1 , 1 3 1 a 2 は、それぞれ、可変ゲインアンプ 1 3 1 b 1 , 1 3 1 b 2 にて増幅された受信信号 I o u t " , I o u t " から高周波成分を除去する。ローパスフィルタ 1 3 1 a 1 , 1 3 1 a 2 にて高周波成分が除去された受信信号 I o u t " ' , Q o u t " ' は、それぞれ、B B

40

50

モジュールに供給される。

【0039】

ICコントローラ15は、送信回路11の動作を規定するパラメータ、及び、受信回路13の動作を規定するパラメータを、BBモジュールにより指定された指定値に設定する。ICコントローラ15によって値が設定されるパラメータのうち、送信回路11の動作を規定するパラメータとしては、局部発振器LOの発振周波数、可変ゲインアンプ111b1, 111b2, 111eのゲイン、加算器111c1, 111c2におけるDC成分加算量、及び、移相器112a1~112a16における位相変化量が挙げられる。また、ICコントローラ15によって値が設定されるパラメータのうち、受信回路13の動作を規定するパラメータとしては、局部発振器LOの発振周波数、可変ゲインアンプ131b1, 131b2, 131eのゲイン、加算器131c1, 131c2におけるDC成分加算量、及び、移相器132a1~132a16における位相変化量が挙げられる。

10

【0040】

本実施形態において、ICコントローラ15は、SPI (Serial Peripheral Interface) を介してBBモジュールと接続されている。SPIは、SCLK、MISO、MOSI、CS (SS) の4本の信号線 (図1においては単一の矢印として図示) により構成される。SCLKは、BBモジュールからRFモジュール1へとシリアルクロックを伝送するための信号線である。MISOは、RFモジュール1からBBモジュールへとデータを伝送するための信号線である。MOSIは、BBモジュールからRFモジュール1へとデータを伝送するための信号線である。CSは、BBモジュールからRFモジュール1へと伝送するデータをセットする区間を示す情報を伝送する信号線である。上述した各パラメータの値は、MOSIを介してBBモジュールからICコントローラ15へと伝送される。

20

【0041】

角度センサ16は、RFモジュール1の傾斜角及び方位角の一方又は両方を検出するためのセンサである。本実施形態においては、角度センサ16として3軸電子コンパスICを用い、RFモジュール1の傾斜角及び方位角の両方を検出している。RFモジュール1の傾斜角及び方位角を表す角度センサ16の出力信号 (デジタル信号) は、信号線SCL, SDAを介してI2C通信によりモジュールコントローラ18に供給される。

30

【0042】

電流/電圧センサ17は、BBモジュール等の外部装置からRFモジュール1に供給される電流及び電圧の一方又は両方を検出するためのセンサである。換言すれば、RFモジュール1の消費電流及び電源電圧の一方又は両方を検出するためのセンサである。本実施形態においては、電流/電圧センサ17として電流・電圧センサICを用い、RFモジュール1の消費電流及び電源電圧の両方を検出している。RFモジュール1の消費電流及び電源電圧を表す電流/電圧センサ17の出力信号 (アナログ信号) は、モジュールコントローラ18に供給される。

【0043】

モジュールコントローラ18は、RFモジュール1の状態を表すデータを収集すると共に、収集したデータを外部に出力する。モジュールコントローラ18が収集するデータには、送信回路11の動作を規定するパラメータの指定値が含まれ得る。また、モジュールコントローラ18が収集するデータには、受信回路13の動作を規定するパラメータの指定値が含まれ得る。また、モジュールコントローラ18が収集するデータには、角度センサ16にて検出された検出値が含まれ得る。また、モジュールコントローラ18が収集するデータには、電流/電圧センサ17にて検出された検出値が含まれ得る。また、本実施形態においては、モジュールコントローラ18として、温度センサを内蔵したMCU (Micro Controller Unit) が用いられており、モジュールコントローラ18が収集するデータには、この温度センサによって検出された検出値が含まれ得る。

40

【0044】

また、モジュールコントローラ18は、I2Cインタフェースを介してBBモジュール

50



(不図示)のコントローラと接続することができる。各国の電波法に適合するため、モジュールコントローラ18は、分配回路112及び合成回路132における利得及び位相変化量の設定値を記憶している。BBモジュールは、これらの設定値をI2Cインタフェースを介してデジタル信号(SCL, SDA)として取得する。

#### 【0045】

なお、アナログ信号である電流/電圧センサ17の出力信号は、モジュールコントローラ18に内蔵されたADC(Analog Digital Converter)によってデジタル信号に変換される。この際、電流/電圧センサ17の出力信号の値がモジュールコントローラ18のリファレンス電圧を超えると、得られるデジタル信号の値が上限値(例えば、12bitの場合は0xFF)に張り付いてしまう。このような事態を避けるために、電流/電圧センサ17とモジュールコントローラ18の間には、分圧抵抗や可変ゲインアンプを介在させてもよい。

10

#### 【0046】

モジュールコントローラ18は、収集したRFモジュール1の状態を表すデータを、通信インタフェース19を介して外部装置に送信する。本実施形態においては、RFモジュール1の状態を表すデータを外部装置に送信するための通信インタフェース19として、IrDA規格(TTC標準JF-IR001.10)に準拠した赤外線通信インタフェースを用いている。また、RFモジュール1の状態を表すデータを外部装置に送信するための通信プロトコルとして、UART(Universal Asynchronous Receiver Transmitter)通信を用いている。モジュールコントローラ18の動作については、参照する図面を代えて後述する。

20

#### 【0047】

外部装置は、RFモジュール1から受信した、RFモジュール1の状態を表すデータを、例えば、当該外部装置に内蔵されたディスプレイに表示する。これにより、外部装置のユーザは、RFモジュール1の状態を容易に認識することができる。この際、RFモジュール1から外部装置へのデータの送信は、BBモジュールを介さずに行われる。このため、BBモジュールに不具合(機械的な故障やソフトウェアのバグなど)があっても、ユーザは、これに妨げられることなく、RFモジュール1の状態を認識することができる。

#### 【0048】

特に、RFモジュール1においては、送信アンテナ12及び受信アンテナ14として、指向性の高いフェイズドアレイアンテナが用いられている。このため、RFモジュール1の設置作業に際しては、RFモジュール1の傾斜角及び方位角を正確に調整することが求められる。このような設置作業においては、作業者がRFモジュール1の傾斜角及び方位角を正確に知ることが重要になる。このため、外部装置(携帯型の装置であることが好ましい)を通じてRFモジュール1の傾斜角及び方位角を作業者に容易に認識させることができるというRFモジュール1の機能の有用性が発揮されることになる。

30

#### 【0049】

なお、送信回路11に分配回路112が設けられているのは、送信アンテナ12として、複数の送信信号T1~T16を入力するタイプのアンテナ(本実施形態においてはフェイズドアレイアンテナ)を用いているからである。送信アンテナ12として、単一の送信信号T0を入力するタイプのアンテナを用いる場合には、送信回路11から分配回路112を省略することができる。同様に、受信回路13に合成回路132が設けられているのは、受信アンテナ14として、複数の受信信号R1~R16を出力するタイプのアンテナ(本実施形態においてフェイズドアレイアンテナ)を用いているからである。受信アンテナ14として、単一の受信信号R0を出力するタイプのアンテナを用いる場合には、受信回路13から合成回路132を省略することができる。

40

#### 【0050】

(モジュールコントローラの動作例)

モジュールコントローラ18の動作例について、図2~図4を参照して説明する。

#### 【0051】

50

図2は、モジュールコントローラ18の動作の流れ(メインフロー)を例示するフローチャートである。

【0052】

まず、モジュールコントローラ18は、内蔵レジスタ及びI/Oを初期化する(S101)。次に、モジュールコントローラ18は、モジュールコントローラ18に内蔵されたレジスタのデータエリアを初期化する(S102)。次に、モジュールコントローラ18は、SPI通信及びUART通信の監視を開始する(S103)。次に、モジュールコントローラ18は、タイマーを初期化する(S104)。このタイマーには、角度センサ16及び電流/電圧センサ17の検出値を収集する周期T0(例えば、100ms)が設定されている。このタイマーを初期化してからの経過時間Tがこの周期T0に達すると(S105:Yes)、モジュールコントローラ18は、以下のステップを実行する。

10

【0053】

まず、モジュールコントローラ18は、角度センサ16の出力信号(デジタル信号)を読むことによって、角度センサ16の検出値(例えば、X軸、Y軸、及びZ軸方向の磁界の大きさ)を特定する(S106)。次に、モジュールコントローラ18は、特定した角度センサの検出値から、RFモジュール1の傾斜角及び方位角を算出する(S107)。

【0054】

次に、モジュールコントローラ18は、モジュールコントローラ18に内蔵された温度センサの出力信号(アナログ信号)をAD変換することによって、RFモジュール1の温度を特定する(S108)。次に、モジュールコントローラ18は、電流/電圧センサ17の出力信号(アナログ信号)をAD変換することによって、RFモジュール1の消費電流及び電源電圧を特定する(S109)。

20

【0055】

次に、モジュールコントローラ18は、ステップS107にて算出したRFモジュール1の傾斜角及び方位角、ステップS108にて特定したRFモジュール1の温度、並びに、ステップS109にて特定したRFモジュール1の消費電流及び電源電圧を、モジュールコントローラ18に内蔵されたレジスタのデータエリアに格納する(S110)。モジュールコントローラ18は、ステップS110を完了すると、ステップS104以降の処理を再び実行する。

【0056】

以上のように、モジュールコントローラ18は、RFモジュールの状態を表す検出値(具体的には、RFモジュール1の傾斜角、方位角、温度、消費電流、及び電源電圧を表す検出値)を、角度センサ16、モジュールコントローラ18に内蔵された温度センサ、及び電流/電圧センサ17から定期的に収集する。そして、収集されたこれらの検出値は、モジュールコントローラ18に内蔵されたレジスタのデータエリアに格納される。

30

【0057】

図3は、SPI通信(より正確には、ICコントローラ15が備えるSPI通信用受信レジスタに対するBBモジュールによる指定値の書き込みイベント)の発生を検出したときにモジュールコントローラ18が実施する割り込み処理の流れを示すフローチャートである。

40

【0058】

まず、モジュールコントローラ18は、BBモジュールによりICコントローラ15が備えるSPI通信用受信レジスタに書き込まれたデータを読み取る(S201)。ステップS201にて読み取ったデータが送信回路11又は受信回路13の周波数又はゲインを指定する指定値であった場合(S202:Yes)、モジュールコントローラ18は、ステップS201にて読み取った指定値をモジュールコントローラ18に内蔵されたレジスタのデータエリアに格納する(S203)。一方、ステップS201にて読み取ったデータが送信回路11又は受信回路13の周波数又はゲインを指定する指定値でなかった場合(S202:No)、モジュールコントローラ18は、ステップS203を実行することなく、割り込み処理を終了する。

50

## 【 0 0 5 9 】

以上のように、モジュールコントローラ 1 8 は、S P I 通信によって B B モジュールが送信回路 1 1 又は受信回路 1 3 の周波数又はゲインを指定する度に、I C コントローラ 1 5 が備える S P I 通信用受信レジスタから、その指定値を収集する。そして、収集されたこれらの指定値は、モジュールコントローラ 1 8 に内蔵されたレジスタのデータエリアに格納される。

## 【 0 0 6 0 】

図 4 は、U A R T 通信（より正確には、モジュールコントローラ 1 8 が備える U A R T 通信用受信レジスタに対する外部装置によるコマンドの書き込みイベント）の発生を検出したときにモジュールコントローラ 1 8 が実施する割り込み処理の流れを示すフローチャートである。

10

## 【 0 0 6 1 】

まず、モジュールコントローラ 1 8 は、通信インタフェース 1 9 を介して接続された外部装置により U A R T 通信用受信レジスタに書き込まれたコマンドを読み取る（S 3 0 1）。ステップ S 3 0 1 にて読み取ったコマンドがデータ要求コマンドであった場合（S 3 0 2 : Y e s）、コントローラ 1 8 は、当該データ要求コマンドにおいて要求されたデータをモジュールコントローラ 1 8 に内蔵されたレジスタのデータエリアから U A R T 通信用送信レジスタに転送する（ステップ S 3 0 3）。そして、コントローラ 1 8 は、U A R T 通信用送信レジスタに転送されたデータを、通信インタフェース 1 9 を介して接続された外部装置に送信する（S 3 0 4）。ここで、データ要求コマンドとは、R F モジュール 1 の状態を表す上述した検出値又は指定値の何れかを要求するコマンドのことを指す。一方、ステップ S 3 0 1 にて読み取ったコマンドがデータ要求コマンドでなかった場合（S 3 0 2 : N o）、モジュールコントローラ 1 8 は、ステップ S 3 0 3、S 3 0 4 を実行することなく、割り込み処理を終了する。

20

## 【 0 0 6 2 】

以上のように、モジュールコントローラ 1 8 は、通信インタフェース 1 9 を介して接続された外部装置が U A R T 通信によってデータ要求コマンドを送信する度に、当該データ要求コマンドにおいて要求されたデータを当該外部装置に送信する。

## 【 0 0 6 3 】

（R F モジュールの筐体）

30

R F モジュール 1 の筐体 3 0 について、図 5 を参照して説明する。図 5 は、R F モジュール 1 の部分断面図である。

## 【 0 0 6 4 】

R F モジュール 1 は、底板 3 1 とレドーム 3 2 とにより構成された筐体 3 0 を有し得る。この場合、上述した送信回路 1 1、送信アンテナ 1 2、受信回路 1 3、受信アンテナ 1 4、I C コントローラ 1 5、角度センサ 1 6、電流 / 電圧センサ 1 7、モジュールコントローラ 1 8、通信インタフェース 1 9 は、筐体 3 0 の内部に収容される。

## 【 0 0 6 5 】

レドーム 3 2 は、筐体 3 0 の内部に収容されたこれらの構成を太陽光又は風雨から保護するための構成であり、送信アンテナ 1 2 から出力された電磁波、及び、受信アンテナ 1 4 に入力される電磁波を透過する材料により構成されている。太陽光からの保護を重視する場合、レドーム 3 2 は、近赤外光（波長 1 0 0 0 n m）よりも波長の短い光を遮蔽することが好ましいが、そうすると、通信インタフェース 1 9（本実施形態においては、赤外線通信インタフェース）から出力される赤外線信号（例えば、波長 8 5 0 n m 以上 9 0 0 n m 以下）も遮蔽されてしまう。このため、レドーム 3 2 には、通信インタフェース 1 9 から出力される、又は、通信インタフェース 1 9 に入力される赤外線信号が透過する領域（例えば、直径 1 0 m m 以上 2 0 m m 以下の円）に、窓部 3 3 が設けられている。この窓部 3 3 は、耐候性を有する透明材料（例えば、ポリカーボネート）により構成されており、通信インタフェース 1 9 から出力される、又は、通信インタフェース 1 9 に入力される赤外線信号が透過できるようになっている。

40

50

## 【 0 0 6 6 】

( R F モジュールの変形例 )

本実施形態においては、 R F モジュール 1 の状態を表すデータを、赤外線を用いて R F モジュール 1 から外部装置に無線伝送する構成が採用されている。しなしながら、 R F モジュール 1 の状態を表すデータを R F モジュール 1 から外部装置に送信する伝送媒体は、本実施形態に示した伝送媒体に限定されない。

## 【 0 0 6 7 】

例えば、 R F モジュール 1 の状態を表すデータを、赤外線以外の電磁波（光を含む）を用いて R F モジュール 1 から外部装置に無線伝送する構成を採用してもよい。この場合、通信インタフェース 1 9 としては、例えば、 W i F i （登録商標）通信インタフェースや B l u e t o o t h （登録商標）通信インタフェースなどを用いることができる。

10

## 【 0 0 6 8 】

或いは、 R F モジュール 1 の状態を表すデータを、電気信号又は光信号として R F モジュール 1 から外部装置に有線伝送する構成を採用してもよい。この場合、通信インタフェース 1 9 としては、例えば、 R J - 4 5 モジュラージャックや S C 型光コネクタなどを用いることができる。また、通信方式としては、 I 2 C 、 R S - 4 8 5 、 R S - 4 2 2 などを用いることができる。

## 【 0 0 6 9 】

また、本実施形態においては、 R F モジュール 1 が通信インタフェース 1 9 を備え、 R F モジュール 1 の状態を、この通信インタフェース 1 9 を用いた通信により外部に出力する（具体的には、外部装置に送信する）構成が採用されている。しかしながら、 R F モジュール 1 の状態を表すデータを R F モジュール 1 が外部に出力する態様は任意であり、本実施形態に示した態様に限定されない。

20

## 【 0 0 7 0 】

例えば、 R F モジュール 1 がインジケータを備え、 R F モジュール 1 の状態を、このインジケータを用いて外部に出力する（具体的には、ユーザに可視的に提示する）構成を採用してもよい。インジケータとして緑色 L E D 及び赤色 L E D を用いたときの出力例を下表に示す。なお、このような構成を採用する場合、インジケータの点灯状態を目視確認可能とするために、レドーム 3 2 には、インジケータから発せられた可視光を透過する窓部を設けることが好ましい。

30

## 【 0 0 7 1 】

【表 1】

RFモジュールの状態	条件	緑色LED	赤色LED
角度	設定範囲（所定値±5°）内	1秒おきに点灯	電圧・電流・温度に応じて点灯
角度	設定範囲（所定値±5°）外	0.5秒おきに点灯	
電圧・電流・温度	設定範囲外	消灯	常時点灯
電圧・電流・温度	設定範囲内	常時点灯	消灯
SPI書き込みデータ	データ化け等によるリードエラー	消灯	1秒おきに点灯

或いは、 R F モジュール 1 がディスプレイを備え、 R F モジュール 1 の状態を、このディスプレイを用いて外部に出力する（具体的には、ユーザに可視的に提示する、換言すれば、表示する）構成を採用してもよい。一例として、 R F モジュール 1 の状態を表すデータを、このディスプレイに数値として表示する構成が挙げられる。

## 【 0 0 7 2 】

また、本実施形態においては、 I C コントローラ 1 5 が S C L K 、 M I S O 、 M O S I 、 C S ( S S ) の 4 本の信号線によってモジュールコントローラ 1 8 を介さずに S P I 通信インタフェースに接続される構成が採用されている。このため、モジュールコントロー

ラ 1 8 は、B B モジュールにより指定された指定値（送信回路 1 1 又は受信回路 1 3 の動作を規定するパラメータの値）を、I C コントローラ 1 5 が備える S P I 通信用受信レジスタを読み出すことによって取得する構成が採用されている。しかしながら、本発明は、これに限定されない。

【 0 0 7 3 】

例えば、図 6 に示すように、I C コントローラ 1 5 が S C L K、M I S O、M O S I、C S ( S S ) の 4 本の信号線（図 6 においては単一の矢印として図示）によってモジュールコントローラ 1 8 を介して S P I 通信インタフェースに接続される構成が採用されてもよい。この場合、B B モジュールから送信されたデータは、モジュールコントローラ 1 8 に内蔵されたレジスタのデータエリアに格納された後、I C コントローラ 1 5 に転送される。逆に、I C コントローラ 1 5 から送信されたデータは、モジュールコントローラ 1 8 に内蔵されたレジスタのデータエリアに格納された後、B B モジュールに転送される。この場合、モジュールコントローラ 1 8 が B B モジュールにより指定された指定値を読み込み、データの化け（0 となるべきところが 1 と読めてしまう）があるときに、I C コントローラ 1 5 には転送せず、B B モジュールに対して再送を要求する。これにより、データ転送の精度を上げることができる。

10

【 0 0 7 4 】

（付記事項）

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、上述した実施形態に開示された各技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

20

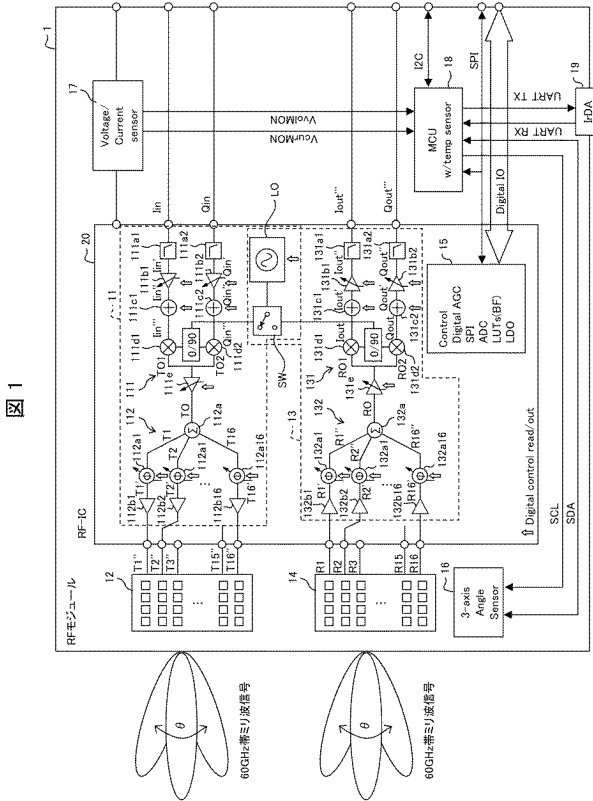
【 符号の説明 】

【 0 0 7 5 】

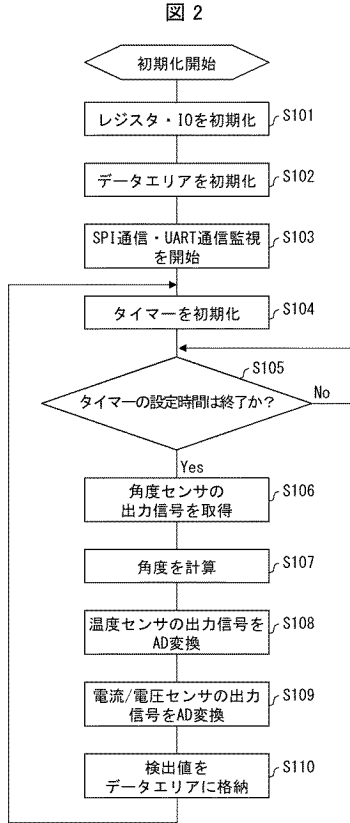
1	R F モジュール
1 1	送信回路
1 2	送信アンテナ
1 3	受信回路
1 4	受信アンテナ
1 5	I C コントローラ
1 6	角度センサ
1 7	電流 / 電圧センサ
1 8	モジュールコントローラ（コントローラ）
1 9	通信インタフェース
2 0	R F I C
3 0	筐体
3 1	底板
3 2	レドーム
3 3	窓部

30

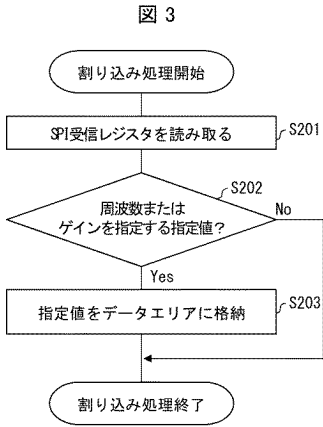
【図1】



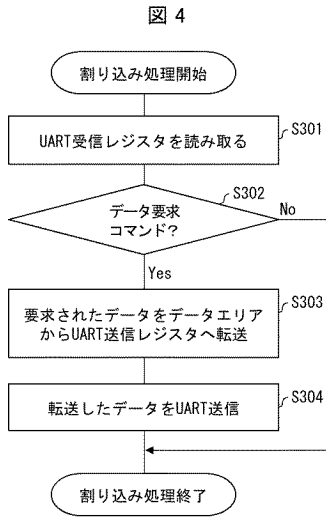
【図2】



【図3】



【図4】



【 図 5 】

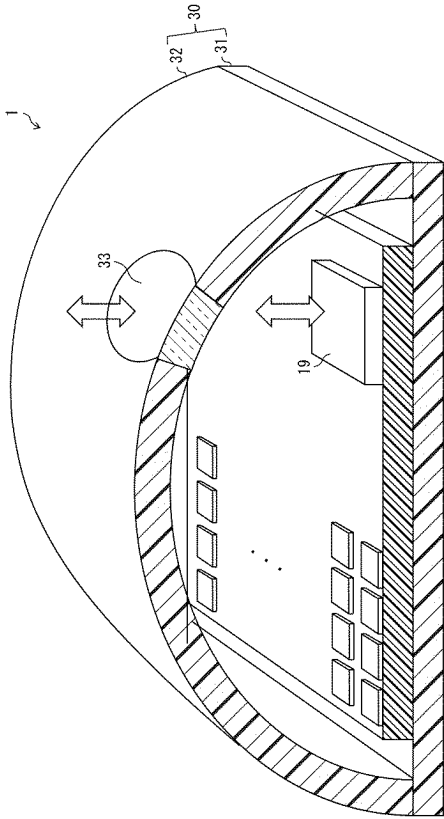


図 5

【 図 6 】

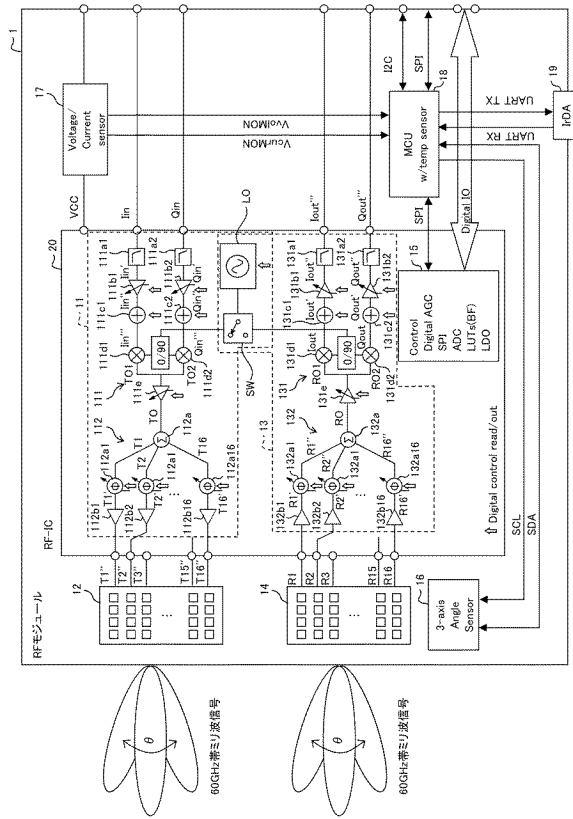


図 6

