

(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 11 月 22 日(22.11.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/157077 A1

- (51) 国際特許分類:
H03B 5/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/061323
- (22) 国際出願日: 2011 年 5 月 17 日(17.05.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 仙波 泰裕 (SENBA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 真田 有, 外 (SANADA, Tamotsu et al.); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町 1 丁目 1 〇 番 3 1 号 N O F 吉祥寺本町ビル 5 階 Tokyo (JP).

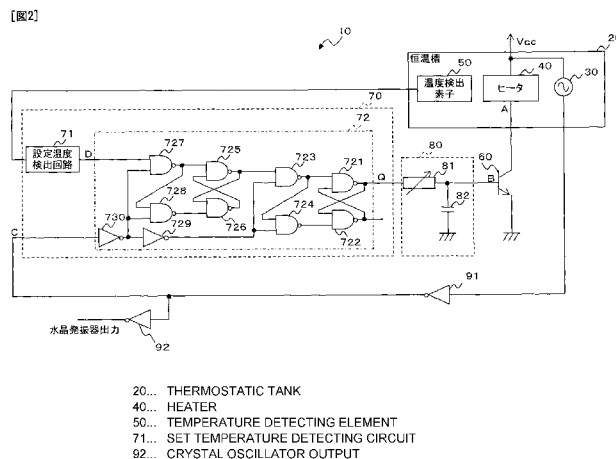
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, 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: TEMPERATURE CONTROL DEVICE FOR THERMOSTATIC TANK WITH CRYSTAL OSCILLATOR, WIRELESS TRANSMITTING DEVICE, WIRELESS RECEIVING DEVICE, WIRELESS TRANSMITTING AND RECEIVING DEVICE, AND WIRELESS BASE STATION

(54) 発明の名称: 水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置、無線送信装置、無線受信装置、無線送受信装置及び無線基地局



(57) Abstract: The present invention is provided with the following: a thermostatic tank (20) having on the inside thereof a crystal oscillator (30) for outputting an oscillation signal; a heater (40) for heating the inside of the thermostatic tank (20); a temperature detecting unit (50) for detecting the temperature inside of the thermostatic tank (20); a switching element (60) which performs ON/OFF control of the heater (40); and a temperature control unit (70) that receives the detection results from the temperature detecting unit (50) and the oscillation signal from the crystal oscillator (30), synchronizes with the oscillation signal, and performs ON/OFF control of the switching element (60).

(57) 要約: 発振信号を出力する水晶発振器 (30) を内部に有する恒温槽 (20) と、恒温槽 (20) 内部を加熱するヒータ (40) と、恒温槽 (20) 内部の温度を検出する温度検出部 (50) と、ヒータ (40) のオンオフ制御を行なうスイッチング素子 (60) と、温度検出部 (50) からの検出結果及び水晶発振器 (30) からの発振信号を受けて、発振信号に同期して、スイッチング素子 (60) をオンオフ制御する温度制御部 (70) とをそなえる。

WO 2012/157077 A1

明 細 書

発明の名称：

水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置、無線送信装置、無線受信装置、無線送受信装置及び無線基地局

技術分野

[0001] 本件は、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置、無線送信装置、無線受信装置、無線送受信装置及び無線基地局に関する。

背景技術

[0002] 環境温度に影響されにくく、安定した周波数特性をそなえた水晶発振器として、恒温槽付き水晶発振器（OCXO；Oven Controlled Crystal Oscillator）が知られている。

この恒温槽付き水晶発振器は、水晶発振器としての水晶振動子を、温度が一定に保たれたケースである恒温槽の中に搭載したものである。

図1は、従来装置の構成の一例を示す図である。

[0003] 図1に例示する従来装置は、恒温槽2の内部に、水晶発振器3と、恒温槽2内の温度を制御するための電気ヒータ（以下、単に「ヒータ」という）4、温度検出素子5、パワートランジスタ6、抵抗7及びコンデンサ8とをそなえる。

即ち、図1に例示する従来装置は、恒温槽2の内部の温度を一定に保つため、温度検出素子5によって検出された恒温槽2の内部温度に基づき、パワートランジスタ6のコレクタ電圧を変化させることにより、ヒータ4の両端にかかる電圧を調整する。

[0004] 抵抗7及びコンデンサ8は、ヒータ4による急峻なスイッチングを避けるため、ヒータ4に流れる電流の変化を緩やかにする働きをする。

図1に示す構成によると、パワートランジスタ6において電力損失が生じ、熱が発生するため、パワートランジスタ6で発生する熱を有効利用すべく、パワートランジスタ6は、恒温槽2の内部に配置され使用される（下記特

許文献 1 参照)。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 7 - 2 7 3 4 2 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、図 1 に例示する従来装置では、ヒータ 4 と並列に接続されるコンデンサ 8 によって、抵抗値の小さいヒータ 4 に流れる電流の変化を緩やかにするためには、コンデンサ 8 の容量を大きくしなければならない。そのため、コンデンサ 8 自体のサイズも大きくなり、装置の小型化が難しいという欠点があった。

また、図 1 に例示する従来装置では、恒温槽 2 の内部は高温に保たれているため、パワートランジスタ 6 を恒温槽 2 の内部に配置すると、パワートランジスタ 6 に温度ストレスがかかってしまい、信頼性が劣化する。

[0007] そこで、本件は、小型で信頼性の高い水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置を提供することを目的の 1 つとする。

なお、前記目的に限らず、後述する発明を実施するための形態に示す各構成により導かれる作用効果であって、従来の技術によっては得られない作用効果を奏することも本発明の他の目的の一つとして位置付けることができる。

課題を解決するための手段

[0008] (1) 第 1 の案として、発振信号を出力する水晶発振器を内部に有する恒温槽と、該恒温槽内部を加温するヒータと、該恒温槽内部の温度を検出する温度検出部と、該ヒータのオンオフ制御を行なうスイッチング素子と、該温度検出部からの検出結果及び該水晶発振器からの発振信号を受けて、該発振信号に同期して、該スイッチング素子をオンオフ制御する温度制御部とをそなえて構成される水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置を用いることができる。

る。

[0009] (2) また、第2の案として、上記の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置における該水晶発振器からの発振信号で作動する送信部をそなえた無線送信装置を用いることができる。

(3) さらに、第3の案として、上記の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置における該水晶発振器からの発振信号で作動する受信部をそなえた無線受信装置を用いることができる。

[0010] (4) また、第4の案として、上記無線送信装置と、上記無線受信装置とそなえた無線送受信装置を用いることができる。

(5) さらに、第5の案として、上記の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置を有する無線基地局を用いることができる。

発明の効果

[0011] 小型で信頼性の高い水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1] 恒温槽付き水晶発振器の従来構成の一例を示す図である。

[図2] 一実施形態に係る水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置の構成の一例を示す図である。

[図3] 一実施形態に係る水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置の各部の動作の一例を示す図である。

[図4] 一実施形態に係る温度制御部の動作の一例を示すフローである。

[図5] 第1変形例に係る水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置の構成の一例を示す図である。

[図6] 本装置を適用した無線送信装置の構成の一例を示す図である。

[図7] 本装置を適用した無線受信装置の構成の一例を示す図である。

[図8] 本装置を適用した無線送受信装置の構成の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。ただし、以下に示

す実施の形態は、あくまでも例示に過ぎず、以下に示す各実施形態及び変形例で明示しない種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。即ち、各実施形態及び変形例を、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることはいうまでもない。

〔１〕一実施形態

（１．１）水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置の構成

図２は、一実施形態に係る水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置（以下、適宜「本装置」ということがある）の構成の一例を示す図である。

[0014] この水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置１０は、例示的に、恒温槽２０と、恒温槽２０の内部に配置される水晶発振器３０、電気ヒータ（以下、単に「ヒータ」という）４０及び温度検出素子５０と、恒温槽２０の外部に配置されるスイッチング素子６０、温度制御部７０、遅延部８０及びＮＯＴ回路９１、９２とをそなえる。

恒温槽２０は、内部の温度を一定に保つケースであり、金属製の筐体や保温材などで保温層を施すことによって構成される。即ち、恒温槽２０は、発振信号を出力する水晶発振器３０を内部に有する恒温槽の一例として機能する。

[0015] 水晶発振器３０は、電源端子（Ｖｃｃ）に接続され、周囲温度に依存した周波数の発振信号を出力する。水晶発振器３０から出力された発振信号は、ＮＯＴ回路９１を介して温度制御部７０に出力され、ＮＯＴ回路９１及び９２を介して外部に出力される。

ヒータ４０は、電源端子（Ｖｃｃ）に接続され、恒温槽４０の内部の温度が低下すると熱を発生し、恒温槽２０の内部を加温する。なお、ヒータ４０のオンオフは、後述するスイッチング素子６０によって制御される。即ち、ヒータ４０は、恒温槽２０内部を加温するヒータの一例として機能する。

[0016] 温度検出素子５０は、恒温槽２０の内部の温度を検出し、検出した温度に応じたレベルの信号を出力するものであり、サーミスタなどの温度依存性の特性を有する素子を用いることができる。即ち、温度検出素子５０は、恒温

槽 20 内部の温度を検出する温度検出部の一例として機能する。

スイッチング素子 60 は、ヒータ 40 のオンオフをスイッチングにより制御するものであり、本例では、パワートランジスタを用いる。

[0017] このため、パワートランジスタのコレクタをヒータ 40 に接続し、エミッタを接地し、ベースには後述する遅延部 80 から出力された制御信号を入力する。

即ち、スイッチング素子 60 は、ヒータ 40 のオンオフ制御を行なうスイッチング素子の一例として機能する。

一般的に、水晶発振器 30 の出力のノイズは発振出力の立上がり、立下がりで発生することが知られている。

[0018] また、ヒータ 40 のオンオフ時には大きな電流が流れるため、電源電圧が揺らぎ、発振出力にノイズが発生する。さらに、このノイズは、発振出力におけるジッタなどの原因となる。

温度制御部 70 は、ヒータ 40 のオンオフのタイミングを制御することにより、この二つのノイズの発生タイミングを同期させ、ヒータ 40 オンオフ時のノイズ発生を抑制するものである。

[0019] 即ち、温度制御部 70 は、水晶発振器 30 及び温度検出素子 50 の出力に基づき、ヒータ 40 のオンオフを制御するための制御信号を出力する。

このため、温度制御部 70 は、設定温度検出回路 71 及び同期回路 72 をそなえる。

設定温度検出回路 71 は、温度検出素子 50 の出力に基づき、ヒータ 40 をオン状態にするための信号を出力する。

[0020] 例えば、設定温度検出回路 71 は、温度検出素子 50 の出力に対応する温度が、ヒータ 40 のオンオフの切り替えの基準となる値（以下、ヒータオンオフ基準値ともいう）より低下したか否かを判断し、温度検出素子 50 の出力に対応する温度がヒータオンオフ基準値より低下したと判断すると、ヒータ 40 をオンするための信号を出力し、温度検出素子 50 の出力に対応する温度がヒータオンオフ基準値以上であると判断すると、ヒータ 40 をオンす

るための信号を出力しない。

- [0021] 即ち、設定温度検出回路 7 1 は、温度検出部の一例である温度検出素子 5 0 からの検出結果を受け、恒温槽 2 0 内部の温度とヒータオンオフ基準値との比較結果としてのオンオフ信号を出力する比較部の一例として機能する。

なお、温度検出素子 5 0 は、バイメタルを用いたサーマルリレーのように、検出した温度に応じて出力のオンオフを切り替える素子を用いることも可能である。

- [0022] このように、温度検出素子 5 0 を、バイメタルを用いたサーマルリレーなどによって構成することにより、温度検出素子 5 0 自体がオンオフを切り替えて出力する場合には、設定温度検出回路 7 1 を省略することができる。

同期回路 7 2 は、設定温度検出回路 7 1 の出力を水晶発振器 3 0 の発振信号に同期させる。即ち、同期回路 7 2 は、比較部の一例である設定温度検出回路 7 1 からのオンオフ信号と水晶発振器 3 0 からの発振信号とを受けて、発振信号に同期して、スイッチング素子 6 0 をオンオフ制御する制御信号を生成する同期部の一例として機能する。

- [0023] 本実施形態では、同期回路 7 2 の一例として、D 型フリップフロップを用いる。即ち、同期回路 7 2 は、NAND 回路 7 2 1 ~ 7 2 8 及び NOT 回路 7 2 9, 7 3 0 をそなえた D 型フリップフロップとして構成することができる。

この同期回路 7 2 は、その D 型フリップフロップ機能により、設定温度検出回路 7 1 がヒータ 4 0 をオンする信号を出力しているときに、水晶発振器 3 0 からの反転出力が立上がると、ヒータ 4 0 をオンするための制御信号を出力し、設定温度検出回路 7 1 が、ヒータ 4 0 をオンする信号の出力を止めたあと、水晶発振器 3 0 からの反転出力が立上がると、ヒータ 4 0 をオフするための制御信号に切り替えるようになっている。

- [0024] 即ち、温度制御部 7 0 は、温度検出部の一例である温度検出素子 5 0 からの検出結果及び水晶発振器 3 0 からの発振信号を受けて、発振信号に同期して、スイッチング素子 6 0 をオンオフ制御する温度制御部の一例として機能

する。

遅延部 80 は、温度制御部 70 から出力された信号を遅延させることにより、スイッチング素子 60 のオンオフのタイミングの微調整を行なう。

[0025] 例えば、温度制御部 70 において信号の遅延が発生し、水晶発振器 20 の立上がりまたは立下がりのタイミングと、ヒータ 40 のオンオフのタイミングとの間にずれが生じるような場合、遅延部 80 は、温度制御部 70 から出力された制御信号を遅延させることにより、タイミングの微調整を行なう。

このため、遅延部 80 は、例示的に、可変抵抗 81 と、コンデンサ 82 とをそなえる。

[0026] 遅延部 80 は、可変抵抗 81 を調整することにより、スイッチング素子 60 に入力される制御信号を遅延させる。

これにより、スイッチング素子 60 のオンオフのタイミングを調整することができ、その結果、ヒータ 40 のオンオフのタイミングと、水晶発振器 30 の立上がりまたは立下がりのタイミングとを完全に一致させることができる。

[0027] また、水晶発振器 30 から出力されるノイズが最小となるように、可変抵抗 81 を調整してもよい。

即ち、遅延部 80 は、温度制御部 70 からの制御信号を遅延させてスイッチング素子に入力する遅延部の一例として機能し得る。

また、温度制御部 70 により、ヒータ 40 のオンオフのタイミングと、水晶発振器 20 の立上がりまたは立下がりのタイミングとを十分に同期させられる場合には、遅延部 80 を省略することもできる。

[0028] (1. 2) 水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置の動作

図 3 を用いて、本装置 10 による温度制御の動作の一例を説明する。

図 3 は、設定温度検出回路 71 の出力（図 2 中の点 D 参照）、水晶発振器 30 の反転出力（図 2 中の点 C 参照）、温度制御部 70 の出力（図 2 中の点 Q 参照）、スイッチング素子 60 の入力（図 2 中の点 B 参照）及びヒータ 30 の入力（図 2 中の点 A 参照）を時系列で並べて示すタイムチャートである

。

[0029] 恒温槽 20 の内部の温度がヒータオンオフ基準値より低くなると、設定温度検出回路 71 の出力 D がハイレベルとなる（図 3 の時間 t_0 参照）。

しかしながら、この時点では、温度制御部 70 の出力 Q はハイレベルとはならず、ヒータ 40 はオンとならない。

水晶発振器 30 の反転出力 C の次の立上がりのタイミング（図 3 の時間 t_1 参照）で、温度制御部 70 の出力 Q がハイレベルとなる。

[0030] スイッチング素子 60 の入力電位 B は、遅延部 80 の影響により、緩やかに上昇する。

そして、例えば、水晶発振器 30 の反転出力 C の次の立下がりのタイミング（図 3 の時間 t_2 参照）で、スイッチング素子 60 の入力電位 B が、スイッチング素子 60 がオンになる電位に達する。

これにより、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がりのタイミングにヒータ 40 がオンとなり、ヒータ 40 がオンとなるタイミングが、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がりに一致する。

[0031] なお、上述した例では、スイッチング素子 60 がオン状態になるタイミングが、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がりのタイミング（ t_2 ）に一致するように遅延部 80 を調整したが、 t_2 以降に生じる水晶発振器 30 の反転出力 C の立上がりや立下がりのタイミング（例えば、図 3 の時間 t_3 や時間 t_4 など）に一致するように遅延部 80 を調整しても良い。

[0032] 次に、恒温槽 20 の内部の温度がヒータオンオフ基準値以上になると、設定温度検出回路 71 の出力 D がローレベルとなる（図 3 の時間 t_5 参照）。

しかしながら、この時点では、温度制御部 70 の出力 Q はローレベルとはならず、ヒータ 40 はオフとならない。

水晶発振器 30 の反転出力 C の次の立上がりのタイミング（図 3 の時間 t_6 参照）で、温度制御部 70 の出力 Q がローレベルとなる。

[0033] スイッチング素子 60 の入力電位 B は、遅延部 80 の影響により、緩やかに低下する。

そして、例えば、水晶発振器 30 の反転出力 C の次の立下がりのタイミング（図 3 の時間 t_7 参照）で、スイッチング素子 60 の入力電位 B が、スイッチング素子 60 がオフ状態になる電位に達する。

これにより、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がりのタイミングにヒータ 40 がオフとなり、ヒータ 40 がオフとなるタイミングが水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がりに一致する。

[0034] なお、上述した例では、スイッチング素子 60 がオフ状態になるタイミングが、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がりのタイミング（ t_7 ）に一致するように遅延部 80 を調整したが、 t_6 以降に生じる水晶発振器 30 の反転出力 C の立上がりや立下がりのタイミングに一致するように遅延部 80 を調整しても良い。

（１．３）温度制御部、遅延部の変形例

なお、上記の温度制御部 70 は、例えば、CPU（Central Processing Unit）やFPGA（Field Programmable Gate Array）などによって実現することもできる。

[0035] この場合、温度制御部 70 の動作が図 4 に示すフローに従うように、温度制御部 70 を設計する。

温度制御部 70 の動作の一例を、図 4 に示すフローを用いて説明する。

まず、温度制御部 70 は、恒温槽 20 の内部の温度が設定温度（ヒータオンオフ基準値）以上であるか否かを判断する（ステップ S 1）。

[0036] ここで、恒温槽 20 の内部の温度が設定温度以上であると判断した場合には（ステップ S 1 の Yes ルート）、再度ステップ S 1 に移行する。

一方、恒温槽 20 の内部の温度が設定温度より低いと判断した場合には（ステップ S 1 の No ルート）、次に、水晶発振器 30 の反転出力の立上がりまたは立下がりを検出したか否かを判断する（ステップ S 2）。

[0037] ここで、水晶発振器 30 の反転出力の立上がりまたは立下がりを検出できない場合には（ステップ S 2 の No ルート）、再度ステップ S 1 に移行する。

一方、水晶発振器 30 の反転出力の立上がりまたは立下がりを検出した場合には（ステップ S 2 の Y e s ルート）、スイッチング素子をオンするための制御信号を出力する（ステップ S 3）。

[0038] また、遅延部 80 も、温度制御部 70 と同様、CPU や FPGA などによって実現することも可能である。

なお、温度制御部 70、遅延部 80 の両方または一方を CPU や FPGA などを実現した場合も、図 3 のタイミングチャートと同様、ヒータ 40 は、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がり（または立上がり）のタイミングでオンされる一方、水晶発振器 30 の反転出力 C の立下がり（または立上がり）のタイミングでオフされる。

[0039] （1. 4）水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置によって得られる効果

以上の構成によれば、スイッチング素子 60 としてパワートランジスタにスイッチング動作をさせることにより、パワートランジスタの消費電力を大幅に低減することができる。

また、消費電力の低減に伴い、発熱が抑えられ、パワートランジスタを恒温槽 20 の外部に配置することができるため、パワートランジスタの信頼性を向上することができる。

[0040] さらに、スイッチング素子 60 としてパワートランジスタにスイッチング動作をさせることにより、強いディレーティングをかけることが可能になり、信頼性を更に改善することができる。

また、強いディレーティングをかけることが可能であるため、スイッチング素子 60 に小型な素子や安価な素子を用いることができる。

[0041] さらに、ヒータ 40 がオンとなるタイミング及びオフとなるタイミングを、水晶発振器 30 の出力の立上がりまたは立下りに一致させることにより、ヒータ 40 のオンオフ時のノイズの発生を抑制することができ、更には、発振出力におけるジッタなどの発生を抑えることができるため、高い信頼性の向上に更に寄与することができる。

また、ヒータ 40 のオンオフ時のノイズの発生が抑制できるため、ヒータ

40に並列して容量の大きなコンデンサを配置する必要がなくなり、装置の小型化が可能になる。

[0042] さらに、設定温度検出回路71が、温度検出素子50の出力に対応して制御信号を出力するので、オンオフの温度にヒステリシスを設けることなく温度制御ができる。

ここで、以上の構成により、パワートランジスタの信頼性をどれだけ改善できるかを説明する。

通常、水晶発振器30付き恒温槽20の内部は、例えば、80～90℃に保たれることが普通である。

[0043] そこで、環境温度が、例えば25℃から90℃に変わった場合のパワートランジスタの故障率の変化量を検証する。

温度ストレスによる半導体素子の寿命を予測する法則として、アレニウスの法則がある。アレニウスの法則によると、半導体素子の寿命Lを下記の(1)式で求めることができる。

[数1]

$$L = A \cdot \exp\left(\frac{Ea}{kT}\right) \cdots (1)$$

[0044] ただし、Aは所定の定数、Eaは活性化エネルギー（半導体の活性化エネルギーは1.2[eV]程度）、Tは絶対温度、kはボルツマン定数である。

ここで、

[数2]

$$Eb = \frac{Ea}{k}$$

とすると、(1)式は

[数3]

$$L = A \cdot \exp\left(\frac{Eb}{T}\right) \cdots (2)$$

と表せる。

[0045] 次に、周囲温度が 25°C (298 K)の時の半導体素子の寿命を L_{25} とすると、アレニウスの法則を用いることにより、 L_{25} は以下の(3)式で表わされる

[数4]

$$L_{25} = A \cdot \exp\left(\frac{Eb}{298}\right) \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0046] 同様に、周囲温度が 90°C (363 K)の時の半導体素子の寿命を L_{90} とすると、 L_{90} は以下の(4)式で表わされる。

[数5]

$$L_{90} = A \cdot \exp\left(\frac{Eb}{363}\right) \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0047] そして、上記(3)式及び(4)式を用いて、周囲温度が 25°C の時と 90°C の時との半導体素子の寿命を比較すると、

[数6]

$$\frac{L_{25}}{L_{90}} = \exp\left(Eb \left[\frac{1}{298} - \frac{1}{363} \right] \right) = 4505.8$$

となる。

したがって、環境温度が、上記のように例えば 25°C から 90°C へ上昇することにより、故障設計FIT数は約4506倍に悪化する。

以上から、一実施形態に係る恒温槽付き水晶発振器を用いることにより、信頼性を大幅に改善できることが理解できる。

[0048] 〔2〕第1変形例

上述した実施形態では、スイッチング素子60としてパワートランジスタを用いる例について説明したが、例えば、パワートランジスタに代えて他の半導体素子を用いることもできる。

図5は、第1変形例に係る水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10aの構成の一例を示す図である。

[0049] 図5に示す水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10aは、例示的に、恒温槽20と、恒温槽20の内部に配置される水晶発振器30、ヒータ40及び温度検出素子50と、恒温槽20の外部に配置されるスイッチング素子60a、抵抗61、温度制御部70、遅延部80及びNOT回路91、92とをそなえる。なお、図5中、既述の符号を付した各構成については、前述の各構成と同様の機能を具備するので、その詳細な説明は省略する。

[0050] スwitchング素子60aは、ヒータ40のオンオフをスイッチングにより制御するものであり、本例では、一例として、MOSFETを用いる。

このため、MOSFETのドレインをヒータ40に接続し、ソースを接地し、ゲートには遅延部80から出力された制御信号を印加電圧として入力する。

即ち、スイッチング素子60aは、ヒータのオンオフ制御を行なうスイッチング素子の一例として機能する。

[0051] 以上の構成によると、スイッチング素子60aに、MOSFETを用いた場合でも、上述した一実施形態の場合と同様の効果が得られる。

なお、この図5に示す例でも、温度制御部70や遅延部80をCPUやFPGAなどで実現できることはいうまでもない。

〔3〕本装置の第1適用例

上述した図2や図5で示す水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10、10aは、例えば、無線送信装置に適用することができる。

[0052] 図6は、無線送信装置に適用した構成例を示す図である。

図6に示す無線送信装置100は、例示的に、変調・符号化部101と、D/A変換部102と、周波数変換部103と、送信アンテナ104と、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10あるいは10aとをそなえる。

なお、図6中、既述の符号を付した各構成については、前述の各構成と同様の機能を具備するので、その詳細な説明は省略する。

[0053] 変調・符号化部101は、送信データに所定の変調処理及び符号化処理を施し、D/A変換部102に出力する。

D/A変換部102は、変調・符号化部101から出力されたデジタル信号をアナログ信号へ変換する。

D/A変換部102は、アナログ信号への変換処理を施す際、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10（10a）の水晶発振器出力を適宜分周、通倍し、クロックとして用いる。

[0054] 周波数変換部103は、D/A変換部から出力されたアナログ信号を、無線周波数にアップコンバートする。

周波数変換部103は、アップコンバートの際、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10（10a）の水晶発振器出力を適宜分周、通倍し、局部発振周波数として用いる。

送信アンテナ104は、周波数変換部103から出力された信号を送信する。

[0055] 即ち、変調・符号化部101、D/A変換部102、周波数変換部103及び送信アンテナ104は、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置10あるいは10aにおける水晶発振器30からの発振信号で作動する送信部の一例として機能する。

以上の構成によれば、無線送信装置100は、環境温度に影響されることがなく、安定して送信処理を行なうことができる。

[0056] また、上述したように、本装置10（10a）は、従来例より消費電力を大幅に低減することができるため、これを適用した送信装置100の消費電力も大幅に低減することができる。

さらに、本装置10（10a）は、従来例より信頼性を向上することができるため、これを適用した送信装置100も、信頼性を向上することができる。

[0057] また、本装置10（10a）は、スイッチング素子に小型な素子や安価な素子を用いることができるため、これを適用した送信装置100も、安価かつ小型に製造することができ、また、送信装置100の設計の自由度を向上することができる。

さらに、本装置 10 (10a) は、ヒータオンオフ時のノイズを抑制することができるため、これを適用した送信装置 100 は、安定した出力を得ることができる。

[0058] 〔４〕本装置の第２適用例

また、上述した図 2 や図 5 で示す水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置 10, 10a は、例えば、無線受信装置に適用することができる。

図 7 は、無線受信装置に適用した構成例を示す図である。

図 7 に示す無線受信装置 200 は、例示的に、受信アンテナ 201 と、周波数変換部 102 と、A/D 変換部 203 と、復調・復号部 204 と、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置 10 あるいは 10a とをそなえる。

[0059] なお、図 7 中、既述の符号を付した各構成については、前述の各構成と同様の機能を具備するので、その詳細な説明は省略する。

周波数変換部 202 は、受信アンテナ 201 により受信された無線信号を、無線周波数から中間周波数にダウンコンバートする。

周波数変換部 202 は、ダウンコンバートの際、上述した水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置 10 (10a) の水晶発振器出力を適宜分周、逡倍し、局部発振周波数として用いる。

[0060] A/D 変換部 203 は、周波数変換部 202 から出力された信号に対しサンプリング処理を施し、デジタル信号に変換する。

A/D 変換部 203 は、サンプリング処理を施す際、上述した水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置 10 (10a) の水晶発振器出力を適宜分周、逡倍し、クロックとして用いる。

[0061] 復調・復号部 204 は、A/D 変換部 203 から出力されたデジタル信号に、復調処理及び復号処理を施すことにより、送信されたデータを取り出す。

即ち、受信アンテナ 201, 周波数変換部 102, A/D 変換部 203 及び復調・復号部 204 は、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置 10 あるいは 10a における水晶発振器 30 からの発振信号で作動する受信部の一例と

して機能する。

[0062] 以上の構成によれば、無線受信装置 200 は、環境温度に影響されることがなく、安定して受信処理を行なうことができる。

また、上述したように、本装置 10 (10a) は、従来例より消費電力を大幅に低減することができるため、これを適用した受信装置 200 の消費電力も大幅に低減することができる。

[0063] さらに、本装置 10 (10a) は、従来例より信頼性を向上することができるため、これを適用した受信装置 200 も、信頼性を向上することができる。

また、本装置 10 (10a) は、スイッチング素子に小型な素子や安価な素子を用いることができるため、これを適用した受信装置 200 も、安価かつ小型に製造することができ、また、受信装置 200 の設計の自由度を向上することができる。

[0064] さらに、本装置 10 (10a) は、ヒータオンオフ時のノイズを抑制することができるため、これを適用した受信装置 200 は、安定した出力を得ることができる。

〔5〕本装置の第 3 適用例

図 6 に例示した無線送信装置 100 と図 7 に例示した無線受信装置 200 とを組み合わせることにより、無線送受信装置を構成することができる。

[0065] また、図 8 に示すように、無線送信装置 100a と無線受信装置 200a とで、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置 10 あるいは 10a を共用化することにより、無線送受信装置 300 を構成してもよい。

なお、図 8 中、既述の符号を付した各構成については、前述の各構成と同様の機能を具備するので、その詳細な説明は省略する。

[0066] 以上の構成によると、上述した第 1 適用例及び第 2 適用例の場合と同様の効果が得られる。

また、本装置 10 (10a) を無線送信装置 100a と無線受信装置 200a とで共用化すれば、更に構成の簡単化を達成できる。

〔６〕その他

なお、上述した水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置１０及び１０ａ，無線送信装置１００，無線受信装置２００並びに無線送受信装置３００の各構成及び各機能は、必要に応じて取捨選択してもよいし、適宜組み合わせて用いてもよい。即ち、本発明の機能を発揮できるように、上記の各構成及び各機能を取捨選択したり、適宜組み合わせて用いたりしてもよい。

[0067] また、上述した水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置１０及び１０ａ，無線送信装置１００，無線受信装置２００並びに無線送受信装置３００の各構成及び各機能を適宜用いて、無線通信システムにおける基地局などを構成することができる。

さらに、上述した実施形態において、水晶発振器３０の出力を反転して温度制御部７０へ入力する例について説明したが、反転しない出力を温度制御部７０へ入力することもできる。

[0068] また、水晶発振器３０の出力を、適宜分周，逡倍した後に温度制御部７０へ入力してもよい。

符号の説明

[0069] １０， １０ａ 水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置
 ２， ２０ 恒温槽
 ３， ３０ 水晶発振器
 ４， ４０ ヒータ
 ５， ５０ 温度検出素子
 ６ パワートランジスタ
 ７， ６１ 抵抗
 ８， ８２ コンデンサ
 ６０， ６０ａ スイッチング素子
 ７０ 温度制御部
 ７１ 設定温度検出回路
 ７２ 同期回路

7 2 1 ~ 7 2 8 N A N D 回路
7 2 9 , 7 3 0 , 9 1 , 9 2 N O T 回路
8 0 遅延部
8 1 可変抵抗
1 0 0 , 1 0 0 a 無線送信装置
1 0 1 変調・符号化部
1 0 2 D / A 変換部
1 0 3 , 2 0 2 周波数変換部
1 0 4 送信アンテナ
2 0 0 , 2 0 0 a 無線受信装置
2 0 1 受信アンテナ
2 0 3 A / D 変換部
2 0 4 復調・復号部
3 0 0 無線送受信装置

請求の範囲

- [請求項1] 発振信号を出力する水晶発振器を内部に有する恒温槽と、
該恒温槽内部を加温するヒータと、
該恒温槽内部の温度を検出する温度検出部と、
該ヒータのオンオフ制御を行なうスイッチング素子と、
該温度検出部からの検出結果及び該水晶発振器からの発振信号を受けて、該発振信号に同期して、該スイッチング素子をオンオフ制御する温度制御部とをそなえて構成されたことを特徴とする、水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置。
- [請求項2] 該スイッチング素子が、半導体スイッチング素子であることを特徴とする、請求項1記載の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置。
- [請求項3] 該スイッチング素子が、該恒温槽の外部に設けられていることを特徴とする、請求項1または請求項2に記載の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置。
- [請求項4] 該温度制御部が、
該温度検出部からの検出結果を受け、該恒温槽内部の温度とヒータオンオフ基準値との比較結果としてのオンオフ信号を出力する比較部と、
該比較部からのオンオフ信号と該水晶発振器からの発振信号とを受けて、該発振信号に同期して、該スイッチング素子をオンオフ制御する制御信号を生成する同期部とをそなえていることを特徴とする、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置。
- [請求項5] 該温度制御部と該スイッチング素子との間に、該温度制御部からの制御信号を遅延させて該スイッチング素子に入力する遅延部が設けられたことを特徴とする、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置。
- [請求項6] 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の水晶発振器付き恒温槽

の温度制御装置における該水晶発振器からの発振信号で作動する送信部をそなえたことを特徴とする、無線送信装置。

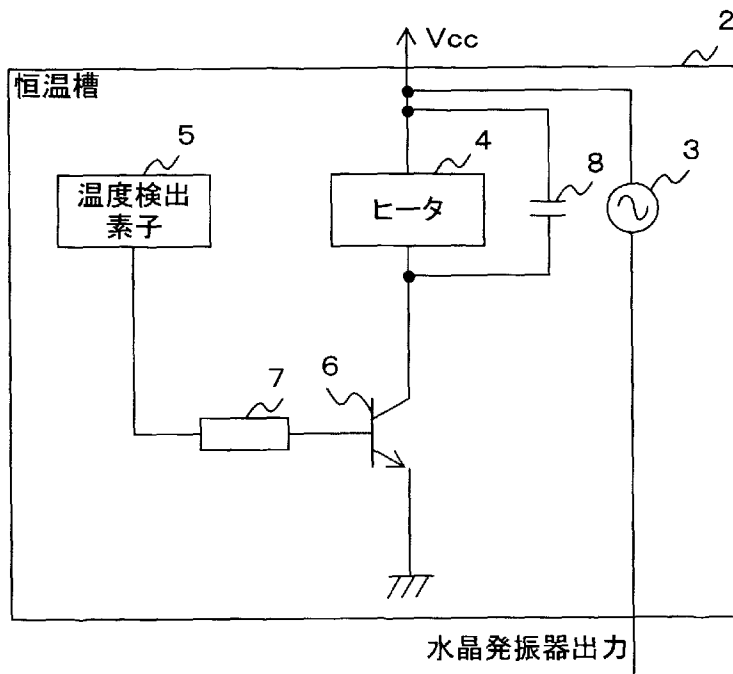
[請求項7] 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置における該水晶発振器からの発振信号で作動する受信部をそなえたことを特徴とする、無線受信装置。

[請求項8] 請求項 6 記載の無線送信装置と、
請求項 7 記載の無線受信装置とそなえたことを特徴とする、無線送受信装置。

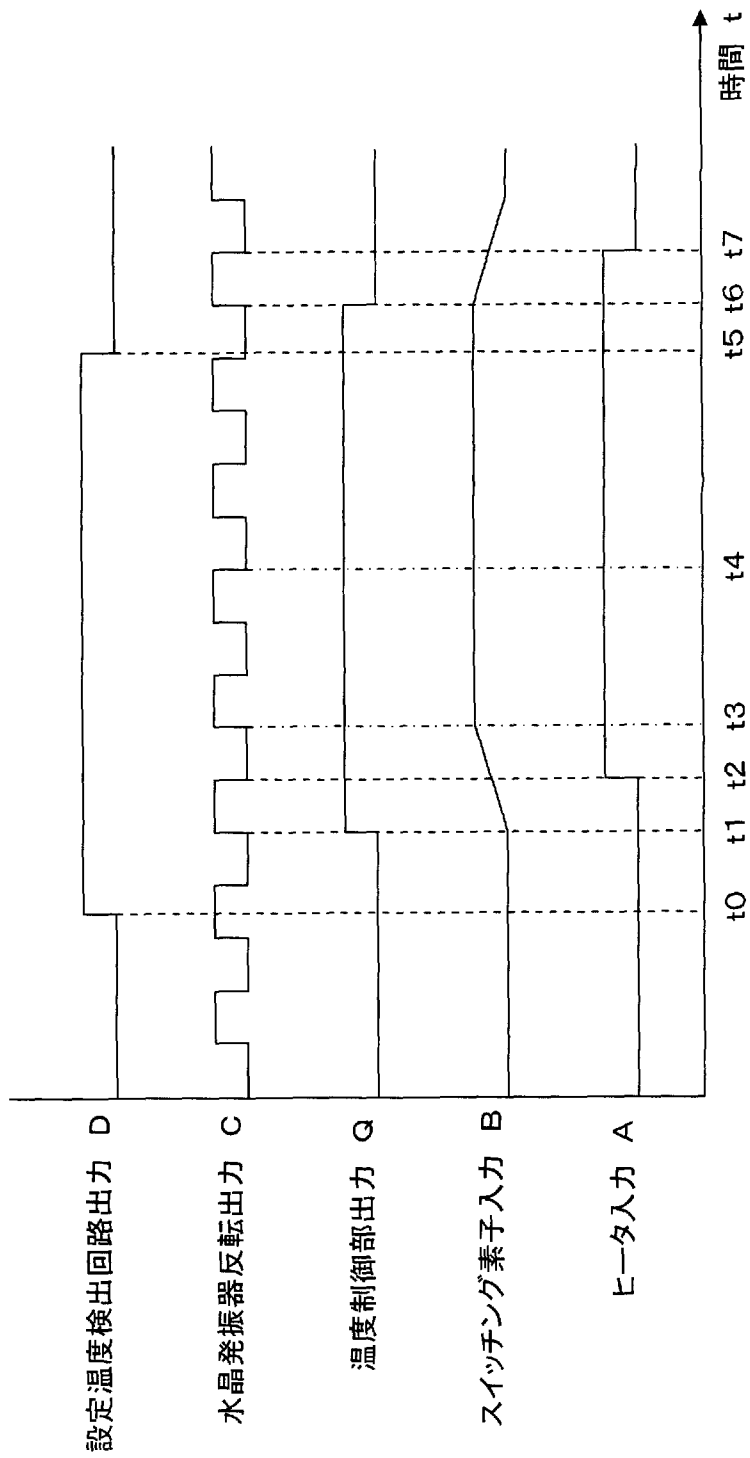
[請求項9] 該無線送信装置における水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置と、
該無線受信装置における水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置とが共用化されて構成されたことを特徴とする、請求項 8 記載の無線送受信装置。

[請求項10] 請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の水晶発振器付き恒温槽の温度制御装置を有する無線基地局。

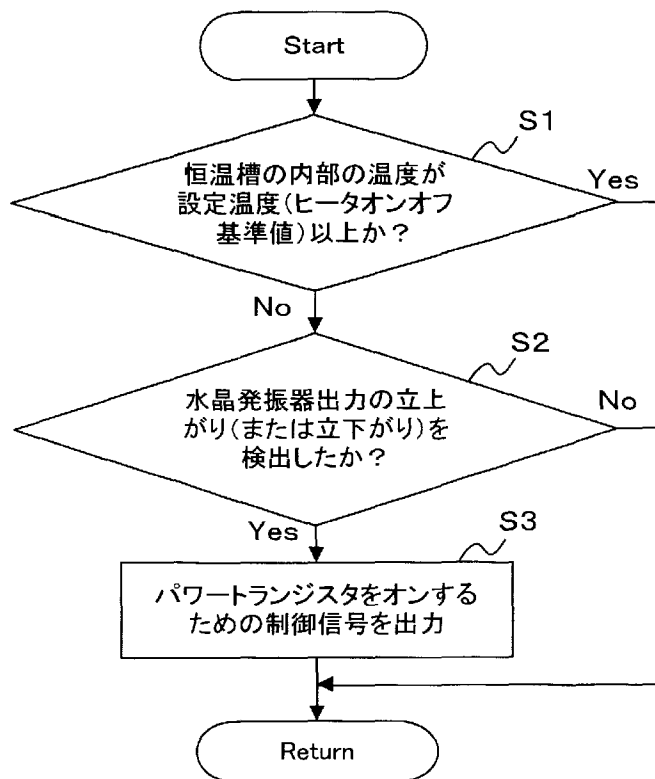
[図1]



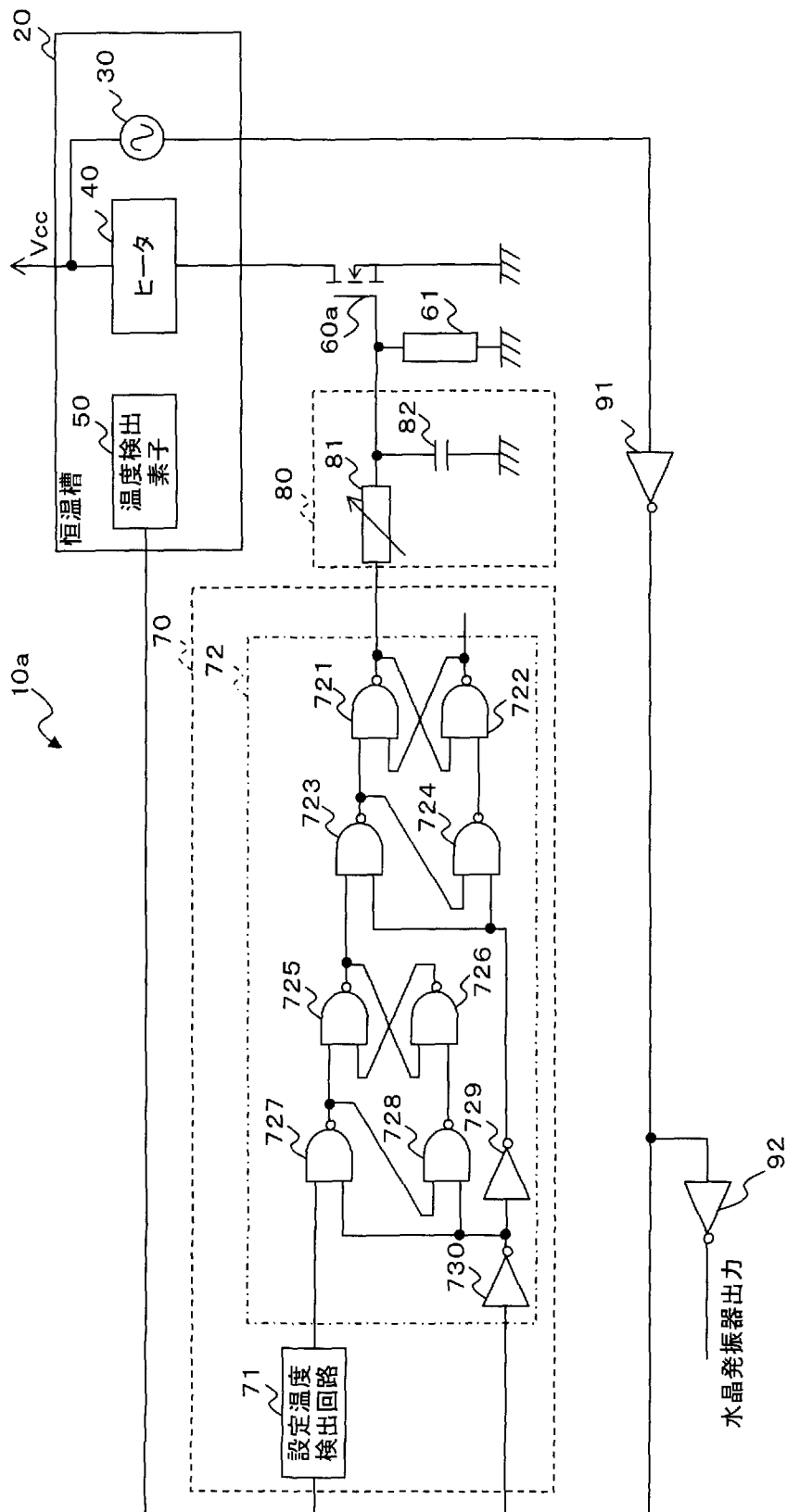
[図3]



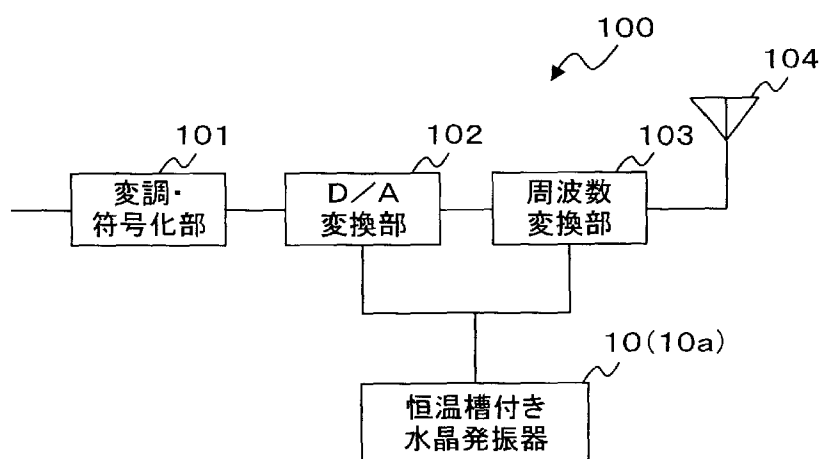
[図4]



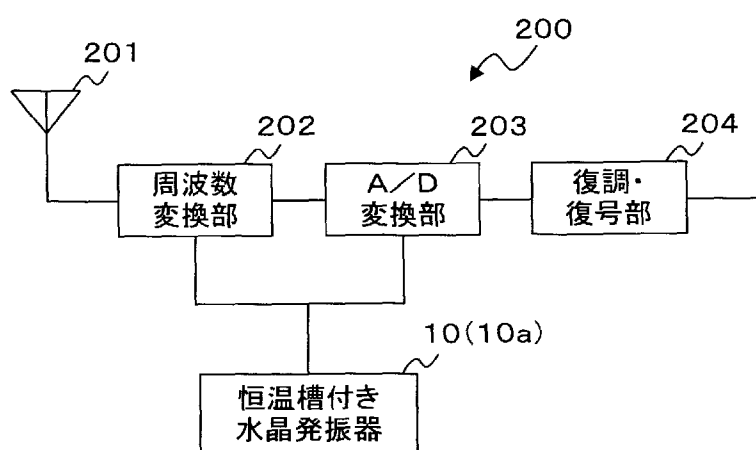
[図5]



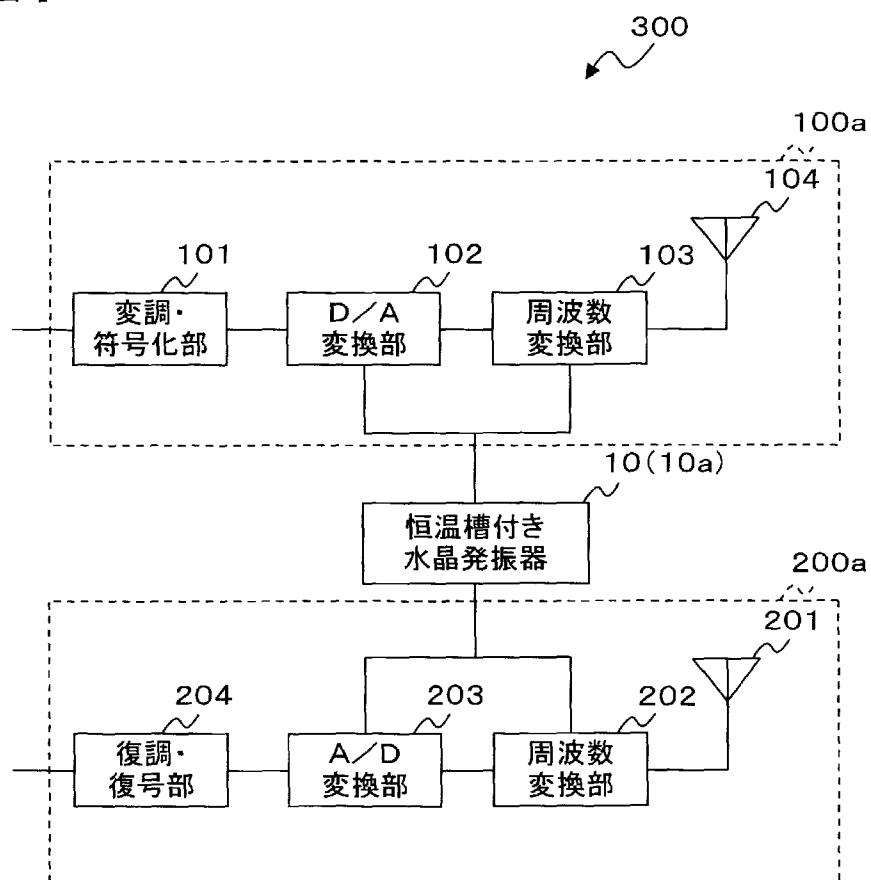
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03B5/32 (2006.01) 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)

H03B5/32

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-062868 A (Fujitsu General Ltd.), 18 March 2010 (18.03.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2007-273420 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 18 October 2007 (18.10.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

☒ 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
08 August, 2011 (08.08.11)

Date of mailing of the international search report
23 August, 2011 (23.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/061323

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 006326/1991 (Laid-open No. 002434/1993) (Mitsubishi Electric Corp.), 14 January 1993 (14.01.1993), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H03B5/32(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H03B5/32

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-062868 A（株式会社富士通ゼネラル）2010.03.18, 全文、 全図（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2007-273420 A（日本電波工業株式会社）2007.10.18, 全文、全 図（ファミリーなし）	1-10

☒ 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

0 8 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

畑中 博幸

5 W

9 1 8 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 7 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願 03-006326 号(日本国実用新案登録出願公開 05-002434 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (三菱電機株式会社) 1993. 01. 14, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10