

(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  
2019年12月26日(26.12.2019)



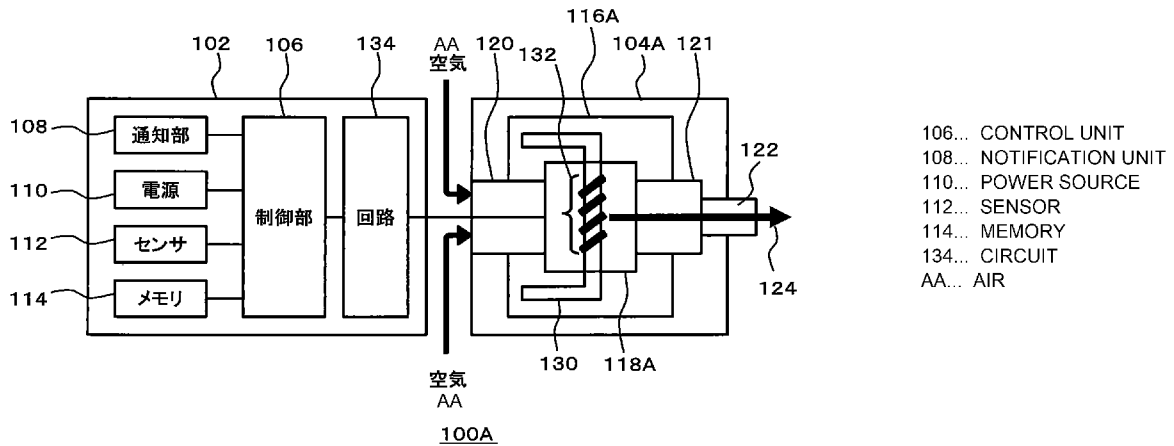
(10) 国際公開番号  
**WO 2019/244322 A1**

- (51) 国際特許分類:  
A24F 47/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/023731
- (22) 国際出願日: 2018年6月22日(22.06.2018)
- (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: 日本たばこ産業株式会社 (JAPAN TOBACCO INC.) [JP/JP]; 〒1058422 東京都港区虎ノ門2丁目2番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 山田学(YAMADA, Manabu); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 赤尾 剛志(AKAO, Takeshi); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 水口一真(MIZUGUCHI, Kazuma); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 辻将之(TSUJI, Masayuki); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 藤田 創(FUJITA, Hajime); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小野 新次郎, 外(ONO, Shinjiro et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル206区 ユアサハラ法律特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: AEROSOL GENERATION DEVICE, AND METHOD AND PROGRAM FOR OPERATING SAME

(54) 発明の名称: エアロゾル生成装置並びにこれを動作させる方法及びプログラム

[図1A]



(57) Abstract: Provided is an aerosol generation device with which it is possible to inexpensively observe a heater cooling process with high accuracy, and also possible to inexpensively detect a shortage or depletion of an aerosol source with high accuracy. An aerosol generation device 100 comprises: a storage unit 116A in which an aerosol source is stored, or an aerosol substrate 116B in which the aerosol source is held; a load 132 that atomizes the aerosol source by means of heat generated by power supplied from a power source 110, and has an electrical resistance value that changes depending on the temperature; a sensor 112 that detects the electrical resistance value of the load or an electrical value related to the electrical resistance; and a control unit 106 that is configured so as to monitor, on the basis of time-series changes in the value detected by the sensor 112 and in a manner that holds a correlation between the time-series changes in the value detected by the sensor 112 and the decrease in the temperature of the load 132, the cooling process of the load 132 after the temperature of the load 132 has risen to or exceeded a temperature at which the aerosol source can be atomized.

WO 2019/244322 A1

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,  
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: 低コスト且つ高精度でヒータの冷却過程を観測することができ、低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置を提供する。エアロゾル生成装置100は、エアロゾル源を貯留する貯留部116A又はエアロゾル源を保持するエアロゾル基材116Bと、電源110からの給電による発熱でエアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗の値が変化する負荷132と、負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電気的な値を検出するセンサ112と、センサ112により検出される値の時系列的な変化に基づき、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷132が昇温した後の負荷132の冷却過程を、センサ112により検出される値の時系列的な変化と負荷132の温度の低下が相関関係を保持する態様で、監視するよう構成される制御部106を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

エアロゾル生成装置並びにこれを動作させる方法及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本開示は、ユーザが吸引するエアロゾルを生成するエアロゾル生成装置並びにこれを動作させる方法及びプログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 一般的な電子たばこ、加熱式たばこ、ネブライザーなどの、ユーザが吸引するエアロゾルを生成するためのエアロゾル生成装置においては、霧化されることでエアロゾルとなるエアロゾル源が不足しているときにユーザが吸引を行うと、ユーザに対して十分なエアロゾルを供給できない。加えて、電子たばこや加熱式たばこの場合、意図しない香嗅味を有するエアロゾルが放出され得るという問題が生じる。

[0003] この問題に対する解決策として、特許文献1には、ヒータを冷却する際にヒータ温度がある温度から別の温度まで下がるのに要する時間に基づいて、エアロゾル源の枯渇を検知する技術が開示されている。特許文献2から5もまた、上記の問題を解決するため又は上記の問題の解決に寄与する可能性がある種々の技術を開示している。

[0004] これらの技術は発展途上にある。低コスト且つ高精度でエアロゾル生成装置のヒータの冷却過程を観測することができる技術、低コスト且つ高精度でエアロゾル生成装置内のエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる技術などが必要とされている。なお、ヒータの冷却工程は、エアロゾル生成装置の状態に応じた影響を受ける。従って、ヒータの冷却工程を観測すれば、エアロゾル生成装置の状態を知ることができるため、低コスト且つ高精度でエアロゾル生成装置のヒータの冷却過程を観測することができる技術もまた必要とされている。

### 先行技術文献

## 特許文献

- [0005] 特許文献1：国際公開第2017/185355号  
特許文献2：国際公開第2017/185356号  
特許文献3：国際公開第2017/024477号  
特許文献4：国際公開第2017/144191号  
特許文献5：国際公開第2017/084818号

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0006] 本開示は、上記の点に鑑みてなされたものである。
- [0007] 本開示が解決しようとする第1の課題は、低コスト且つ高精度でヒータの冷却過程を観測することができ、さらには低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを提供することである。
- [0008] 本開示が解決しようとする第2の課題は、低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを提供することである。
- [0009] 本開示が解決しようとする第3の課題は、低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを提供することである。

### 課題を解決するための手段

- [0010] 上述した第1の課題を解決するため、本開示の第1の実施形態によれば、エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗の値が変化する負荷と、前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するセンサと、前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の前記負荷の冷却過程を、前記センサに

より検出される値の時系列的な変化と前記負荷の温度の低下が相関関係を保持する態様で、監視するよう構成される制御部と、を含む、エアロゾル生成装置が提供される。

- [0011] 一実施形態において、前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御するよう構成される。前記給電の終了から前記冷却過程の監視の開始までの時間と、前記冷却過程の監視中に前記センサが前記電気抵抗の値又は前記電気抵抗に関連する電気的な値を検出する周期とのうち少なくとも一方は、前記制御部が達成可能な最小値より大きい。
- [0012] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程に基づき、前記貯留部又は前記エアロゾル基材における前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。
- [0013] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程の開始時又は開始直後に、前記冷却過程の監視が行われない又は監視された前記冷却過程に基づく前記枯渇の発生が判断されない不感帯を設けるよう構成される。
- [0014] 一実施形態において、前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御するよう構成される。前記不感帯は、前記給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるまで設けられる。
- [0015] 一実施形態において、前記不感帯の時間の長さは、前記エアロゾル源の枯渇が発生しない場合に前記冷却過程が完了するまでの時間の長さより短い。
- [0016] 一実施形態において、前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御し、前記給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるのに必要な時間より長い周期で、前記冷却過程の監視中に前記センサによって前記電気抵抗値に関連する値を検出するよう構成される。
- [0017] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程の監視中に前記センサによって前記電気抵抗の値又は前記電気抵抗に関連する電気的な値を検出す

る周期を段階的に短くするよう構成される。

- [0018] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサによって検出される値に対応する前記負荷の温度が低いほど、前記冷却過程の監視中に前記センサによって前記電気抵抗の値又は前記電気抵抗に関連する電気的な値を検出する周期を短くするよう構成される。
- [0019] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程の開始時又は開始直後に前記センサによって検出される値を、前記センサにより検出される値の時系列的な変化を平滑化することによって補正し、前記補正された前記値に基づき、前記冷却過程を監視するよう構成される。
- [0020] 一実施形態において、前記制御部は、平均化処理とローパスフィルタのうち少なくとも一方を用いて、前記センサによって検出される値を補正するよう構成される。
- [0021] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサにより検出される値が定常状態になるまでの前記冷却過程に基づき、前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。
- [0022] 一実施形態において、前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御し、前記給電を実行する前に前記センサにより検出される値と、前記冷却過程において前記センサにより検出される値との比較に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される。
- [0023] 一実施形態において、前記制御部は、室温より既定値だけ高い温度に対応する前記センサにより検出される値と前記冷却過程において前記センサにより検出される値との比較に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される。
- [0024] 一実施形態において、前記既定値は、前記センサの誤差に起因する、前記センサにより検出される値から得られる前記負荷の温度の誤差より大きい。
- [0025] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサにより検出される値の時間微分値に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを

判断するよう構成される。

[0026] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサにより検出される値の偏差又は分散に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される。

[0027] また、本開示の第1の実施形態によれば、エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電気的な値を検出するステップと、前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を、前記センサにより検出される値の時系列的な変化と前記負荷の温度の低下が相関関係を保持する態様で、監視するステップとを含む、方法が提供される。

[0028] また、本開示の第1の実施形態によれば、エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷と、前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電気的な値を検出するセンサと、前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するよう構成される制御部と、を含む、エアロゾル生成装置が提供される。前記制御部は、前記負荷の温度と電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電気的な値とが乖離しないタイミング、又は、前記冷却過程における前記負荷の冷却を妨げない頻度で、前記冷却過程の監視中、前記センサによって前記値を検出するよう構成される。

[0029] また、本開示の第1の実施形態によれば、エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電気的な値を検出するステップと、前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度

以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するステップとを含み、前記負荷の温度と電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値とが乖離しないタイミング、又は、前記冷却過程における前記負荷の冷却を妨げない頻度で、前記冷却過程の監視中、前記値が検出される、方法が提供される。

[0030] また、本開示の第1の実施形態によれば、エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、前記電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷と、前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するセンサと、前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するよう構成される制御部と、を含む、エアロゾル生成装置が提供される。前記制御部は、前記冷却過程のうち、前記負荷の冷却開始時又は冷却開始直後よりも後、かつ前記負荷が室温に至るよりも前の、前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記貯留部における前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0031] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサにより検出される値又は該値の時系列的な変化に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断し、前記センサにより検出される値が定常状態に至るまでの前記冷却過程に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0032] また、本開示の第1の実施形態によれば、エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するステップと、前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するステップとを含む、方法が提供される。前記冷却過程のうち、前記負荷の冷却開始時又は冷却開始直後よりも後、かつ前記負荷が室温に至るよりも前の、前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源の枯渇の発生が判断される。



- [0033] また、本開示の第1の実施形態によれば、プロセッサにより実行されると、前記プロセッサに、上述の方法のいずれかを実行させる、プログラムが提供される。
- [0034] 上述した第2の課題を解決するため、本開示の第2の実施形態によれば、エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化する負荷と、前記負荷の温度に関連する値を出力するセンサと、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程における、前記センサの出力値から導出される冷却速度に基づき、前記貯留部又は前記エアロゾル基材における前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される制御部と、を含む、エアロゾル生成装置が提供される。
- [0035] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程のうち、前記エアロゾル源の枯渇が発生するときの前記冷却速度と該枯渇が発生しないときの前記冷却速度との間の差が閾値以上である時間帯における前記冷却速度に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。
- [0036] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程のうち、前記枯渇が発生する時のみ到達可能な温度域に前記負荷の温度が属する時間帯における前記冷却速度に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。
- [0037] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサの複数の出力値から前記冷却速度を導出し、前記センサの複数の出力値のうち少なくとも時間軸で最先の値を、前記冷却過程のうち、前記枯渇が発生する時のみ到達可能な温度域に前記負荷の温度が属する時間帯において取得するよう構成される。
- [0038] 一実施形態において、前記制御部は、前記センサの複数の出力値を、前記冷却過程のうち、前記枯渇が発生する時のみ到達可能な温度域に前記負荷の温度が属する時間帯で取得するよう構成される。
- [0039] 一実施形態において、前記負荷は、温度に応じて電気抵抗値が変化し、前記センサは、前記負荷の温度に関連する値として、電気抵抗値に関する値を出力する。

- [0040] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程の開始時又は開始直後に前記電気抵抗値に関する値が前記センサによって取得されないか又は前記冷却速度が導出されない不感帯を設けるように構成される。あるいは、前記制御部は、前記センサの出力値の時系列的な変化が平滑化されるように補正された、前記冷却過程の開始時又は開始直後の前記センサの出力値に基づき前記冷却速度を導出するよう構成される。
- [0041] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程の前に前記電源から前記負荷へ給電される電力が段階的に減少又は漸減するように、前記電源から前記負荷への給電を制御するよう構成される。
- [0042] 一実施形態において、前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御するよう構成される。前記不感帯は、前記給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるまで続くように設けられる。
- [0043] 一実施形態において、前記不感帯は、前記枯渇が発生していない場合に前記冷却過程が完了する長さより短い。
- [0044] 一実施形態において、エアロゾル生成装置は、さらに、前記電源と前記負荷の間に直列接続され、第1開閉器を有する第1回路と、前記電源と前記負荷の間に直列接続され、前記第1回路と並列に接続され、第2開閉器を有し、前記第1回路より電気抵抗値が大きい第2回路と、を含む。前記制御部は、前記第1開閉器と前記第2開閉器を制御し、前記第1開閉器と前記第2開閉器のうち、前記第2開閉器のみをオンしている間の前記センサの出力値に基づき、前記冷却速度を導出するよう構成される。
- [0045] 一実施形態において、前記制御部は、前記冷却過程の直前に前記第2開閉器をオンするよう構成される。
- [0046] 一実施形態において、前記給電の終了から前記センサによる前記電気抵抗値に関する値の取得の開始までの時間と、前記センサが前記電気抵抗値に関する値を取得する周期とのうち少なくとも一方が、前記制御部が達成可能な最小値より大きい。

[0047] また、本開示の第2の実施形態によれば、エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、前記負荷の温度に関連する値を検出するステップと、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程における、前記検出された値から導出される冷却速度に基づき、前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するステップと、を含む、方法が提供される。

[0048] また、本開示の第2の実施形態によれば、プロセッサにより実行されると前記プロセッサに上述の方法を実行させる、プログラムが提供される。

[0049] 上述した第3の課題を解決するため、本開示の第3の実施形態によれば、エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ、前記貯留部又は前記エアロゾル基材における前記エアロゾル源の枯渇が発生する時のみ到達可能な温度で加熱されると物性が変化する負荷と、前記負荷の物性に関連する値を出力するセンサと、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の前記センサの出力値に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される制御部と、を含む、エアロゾル生成装置が提供される。

[0050] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の定常状態における前記センサの出力値である定常値に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0051] 一実施形態において、前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求を取得可能であり、且つ前記要求の取得を契機に前記定常値を取得するよう構成される。

[0052] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷を昇温させる前後における前記センサの出力値の変化量に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0053] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することが

できる温度以上まで前記負荷を昇温させる前後の定常状態における前記センサの出力値の差に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0054] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後、前記センサの出力値が定常状態に至るまで、前記負荷による前記エアロゾル源の霧化を禁止するよう構成される。

[0055] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程において、定常状態に至る前の前記センサの出力値と、前記枯渇が発生した場合の定常状態における前記負荷の物性に関連する値に既定値を加えた値との比較に基づき、又は、定常状態に至る前の前記センサの出力値に既定値を減じた値と、前記枯渇が発生した場合の定常状態における前記負荷の物性に関連する値との比較に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0056] 一実施形態において、前記負荷は、温度に応じて電気抵抗値が変化する。前記センサは、前記負荷の物性に関連する値として、前記負荷の電気抵抗値に関する値を出力する。

[0057] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の前記センサの出力値と、前記負荷の表面に保護膜が形成された場合の前記負荷の抵抗値に関連する値との比較に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0058] 一実施形態において、前記制御部は、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷を昇温させる前後における前記センサの出力値の変化量と、前記負荷の表面における保護膜の形成による前記負荷の抵抗値に関連する値の変化量との比較に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。

[0059] 一実施形態において、前記負荷は、銅の酸化還元電位以下の酸化還元電位を持つ金属を含む。

[0060] 一実施形態において、前記負荷は、不動態被膜を有さない。

- [0061] 一実施形態において、前記負荷は、NiCrを含む。
- [0062] 一実施形態において、エアロゾル生成装置は、さらに、前記電源と前記負荷の間に直列接続され、第1開閉器を有する第1回路と、前記電源と前記負荷の間に直列接続され、前記第1回路と並列に接続され、第2開閉器を有し、前記第1回路より電気抵抗値が大きい第2回路と、を含む。前記制御部は、前記第1開閉器と前記第2開閉器を制御し、前記第1開閉器と前記第2開閉器のうち、前記第2開閉器のみをオンしている間の前記センサの出力値に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される。
- [0063] また、本開示の第3の実施形態によれば、エアロゾル源の枯渇が発生する時のみ到達可能な温度で加熱されると物性が変化する負荷を含むエアロゾル生成装置を動作させる方法であって、前記負荷の物性に関連する値を検出するステップと、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の前記検出された値に基づき、前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するステップと、を含む、方法が提供される。
- [0064] また、本開示の第3の実施形態によれば、プロセッサにより実行されると、前記プロセッサに上述の方法を実行させる、プログラムが提供される。

### 発明の効果

- [0065] 本開示の第1の実施形態によれば、低コスト且つ高精度でヒータの冷却過程を観測することができ、さらには低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを提供することができる。
- [0066] 本開示の第2の実施形態によれば、低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを提供することができる。
- [0067] 本開示の第3の実施形態によれば、低コスト且つ高精度でエアロゾル源の不足や枯渇を検知することができる、エアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを提供することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0068] [図1A]本開示の一実施形態によるエアロゾル生成装置の構成の概略的なブロック図である。
- [図1B]本開示の一実施形態によるエアロゾル生成装置の構成の概略的なブロック図である。
- [図2]本開示の一実施形態による、エアロゾル生成装置の一部に関する例示的な回路構成を示す図である。
- [図3]貯留部又はエアロゾル基材内のエアロゾル源が十分にあるとき及びエアロゾル源が枯渇しているときのそれぞれについて、負荷への給電が停止した後の負荷の冷却過程を概略的に示す。
- [図4]本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視し、エアロゾル源が枯渇しているか否かを判定するための処理のフローチャートである。
- [図5]サージ電流の発生により、計測される負荷の抵抗値が大きく変動し得ることを示す。
- [図6]本開示の一実施形態による処理を示すフローチャートである。
- [図7]サージ電流の発生が及ぼす影響を軽減するための本開示の実施形態を概念的に示す。
- [図8]図7に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。
- [図9]サージ電流の発生が及ぼす影響を軽減するための本開示の一実施形態を概念的に示す。
- [図10]図9に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。
- [図11]本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングを概念的に示す。
- [図12]本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングを概念的に示す。
- [図13]図12に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図14]本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングを概念的に示す。

[図15]図14に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図16]本開示の一実施形態による、負荷への給電及び給電停止後の負荷の冷却過程を概略的に示す。

[図17]図16に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図18]本開示の一実施形態による負荷の冷却過程の監視方法を概念的に示す。

[図19]図18に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図20]本開示の一実施形態による負荷の冷却過程の監視方法を概念的に示す。

[図21]図20に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図22]図20に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図23]エアロゾル生成装置において負荷への給電を停止した後の負荷の冷却過程を概略的に示すグラフである。

[図24]実際の負荷の冷却速度を示す図である。

[図25]負荷の冷却速度を計測するのに適したタイミングについて説明する図である。

[図26]本開示の一実施形態による、エアロゾル源の枯渇を検知する処理のフローチャートである。

[図27]本開示の一実施形態による、エアロゾル源の枯渇を検知する処理のフローチャートである。

[図28]本開示の一実施形態による、エアロゾル生成装置が備える回路を概略

的に示す。

[図29]本開示の一実施形態によるエアロゾル源の枯渇の発生を判断する手法を概念的に示す。

[図30]図29に関連する、本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図31]負荷の製造に用いることができる様々な金属の酸化還元電位及び酸化被膜の形成され易さを示す表である。

[図32]本開示の一実施形態によるエアロゾル源の枯渇の発生を判断する手法を概念的に示す。

[図33]図32に関連する、本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

[図34]本開示の一実施形態によるエアロゾル源の枯渇の発生を判断する手法を概念的に示す。

[図35]図32に関連する、本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0069] 以下、図面を参照しながら本開示の実施形態について詳しく説明する。なお、本開示の実施形態は、電子たばこ、加熱式たばこ及びネブライザーを含むが、これらに限定されない。本開示の実施形態は、ユーザが吸引するエアロゾルを生成するための様々なエアロゾル生成装置を含み得る。

[0070] 図1Aは、本開示の一実施形態に係るエアロゾル生成装置100Aの構成の概略的なブロック図である。図1Aは、エアロゾル生成装置100Aが備える各コンポーネントを概略的且つ概念的に示すものであり、各コンポーネント及びエアロゾル生成装置100Aの厳密な配置、形状、寸法、位置関係等を示すものではないことに留意されたい。

[0071] 図1Aに示されるように、エアロゾル生成装置100Aは、第1の部材102（以下、「本体102」と呼ぶ）及び第2の部材104A（以下、「カートリッジ104A」と呼ぶ）を備える。図示されるように、一例として、



本体102は、制御部106、通知部108、電源110、センサ112及びメモリ114を含んでもよい。エアロゾル生成装置100Aは、流量センサ、圧力センサ、電圧センサ、電気抵抗センサ、温度センサなどのセンサを有してもよく、本開示においてはこれらをまとめて「センサ112」とも呼ぶ。本体102はまた、後述する回路134を含んでもよい。一例として、カートリッジ104Aは、貯留部116A、霧化部118A、空気取込流路120、エアロゾル流路121、吸口部122、保持部130及び負荷132を含んでもよい。本体102内に含まれるコンポーネントの一部がカートリッジ104A内に含まれてもよい。カートリッジ104A内に含まれるコンポーネントの一部が本体102内に含まれてもよい。カートリッジ104Aは、本体102に対して着脱可能に構成されてもよい。あるいは、本体102及びカートリッジ104A内に含まれるすべてのコンポーネントが、本体102及びカートリッジ104Aに代えて、同一の筐体内に含まれてもよい。

[0072] 貯留部116Aは、エアロゾル源を収容するタンクとして構成されてもよい。この場合、エアロゾル源は、例えば、グリセリンやプロピレングリコールといった多価アルコール、水などの液体である。エアロゾル生成装置100Aが電子たばこである場合、貯留部116A内のエアロゾル源は、加熱することによって香気成分を放出するたばこ原料やたばこ原料由来の抽出物を含んでもよい。保持部130は、エアロゾル源を保持する。例えば、保持部130は、繊維状又は多孔質性の素材から構成され、繊維間の隙間や多孔質材料の細孔に液体としてのエアロゾル源を保持する。前述した繊維状又は多孔質性の素材には、例えばコットンやガラス繊維、またはたばこ原料などを用いることができる。エアロゾル生成装置100Aがネブライザー等の医療用吸入器である場合、エアロゾル源はまた、患者が吸入するための薬剤を含んでもよい。別の例として、貯留部116Aは、消費されたエアロゾル源を補充することができる構成を有してもよい。あるいは、貯留部116Aは、エアロゾル源が消費された際に貯留部116A自体を交換することが

できるように構成されてもよい。また、エアロゾル源は液体に限られるものではなく、固体でも良い。エアロゾル源が固体の場合の貯留部 116A は、空洞の容器であっても良い。

[0073] 霧化部 118A は、エアロゾル源を霧化してエアロゾルを生成するように構成される。センサ 112 によって吸引動作が検知されると、霧化部 118A はエアロゾルを生成する。例えば、吸引動作は、流量センサや流速センサによって検知されてもよい。この場合は、ユーザが吸口部 122 を咥えて吸引することで生じる空気取込流路 120 内の空気の流量や流速の絶対値や変化量が既定の条件を満たせば、流量センサや流速センサは吸引動作を検知してもよい。また例えば、吸引動作は、圧力センサによって検知されてもよい。この場合は、ユーザが吸口部 112 を咥えて吸引することで空気取込流路 120 内が負圧になるなどの既定の条件が満たされれば、圧力センサは吸引動作を検知してもよい。なお、流量センサ、流速センサ及び圧力センサはそれぞれ空気取込流路 120 内の流量、流速及び圧力を出力するのみで、その出力に基づいて制御部 106 が吸引動作を検知してもよい。

[0074] また例えば、押しボタンやタッチパネル、または加速度センサなどを用いることで、吸引動作を検知することなく、または吸引動作の検知を待たずに、霧化部 118A はエアロゾルを生成してもよく、または霧化部 118A は電源 110 からの給電を受けてもよい。このような構成とすることで、例えば霧化部 118A を構成する保持部 130 や負荷 132、またはエアロゾル源そのものの熱容量が大きい場合であっても、実際にユーザがエアロゾルを吸引するタイミングにおいて、霧化部 118A は適切にエアロゾルを生成できる。なお、センサ 112 は押しボタンやタッチパネルに対する操作を検知するセンサや、加速度センサを含んでいてもよい。

[0075] 例えば、保持部 130 は、貯留部 116A と霧化部 118A とを連結するように設けられる。この場合、保持部 130 の一部は貯留部 116A の内部に通じ、エアロゾル源と接触する。保持部 130 の他の一部は霧化部 118A へ延びる。なお、霧化部 118A へ延びた保持部 130 の他の一部は、霧

化部 118A に収められてもよく、あるいは、霧化部 118A を通って再び貯留部 116A の内部に通じてもよい。エアロゾル源は、保持部 130 の毛细管効果によって貯留部 116A から霧化部 118A へと運ばれる。一例として、霧化部 118A は、電源 110 に電氣的に接続された負荷 132 を含むヒータを備える。ヒータは、保持部 130 と接触又は近接するように配置される。吸引動作が検知されると、制御部 106 は、霧化部 118A のヒータ又は当該ヒータへの給電を制御し、保持部 130 を通じて運ばれたエアロゾル源を加熱することによって当該エアロゾル源を霧化する。霧化部 118A の別の例は、エアロゾル源を超音波振動によって霧化する超音波式霧化器であってもよい。霧化部 118A には空気取込流路 120 が接続され、空気取込流路 120 はエアロゾル生成装置 100A の外部へ通じている。霧化部 118A において生成されたエアロゾルは、空気取込流路 120 を介して取り込まれた空気と混合される。エアロゾルと空気の混合流体は、矢印 124 で示されるように、エアロゾル流路 121 へと送り出される。エアロゾル流路 121 は、霧化部 118A において生成されたエアロゾルと空気との混合流体を吸口部 122 まで輸送するための管状構造を有する。

[0076] 吸口部 122 は、エアロゾル流路 121 の終端に位置し、エアロゾル流路 121 をエアロゾル生成装置 100A の外部に対して開放するように構成される。ユーザは、吸口部 122 を咥えて吸引することにより、エアロゾルを含んだ空気を口腔内へ取り込む。

[0077] 通知部 108 は、LED などの発光素子、ディスプレイ、スピーカ、バイブレータなどを含んでもよい。通知部 108 は、必要に応じて、発光、表示、発声、振動などによって、ユーザに対して何らかの通知を行うように構成される。

[0078] 電源 110 は、通知部 108、センサ 112、メモリ 114、負荷 132、回路 134 などのエアロゾル生成装置 100A の各コンポーネントに電力を供給する。電源 110 は、エアロゾル生成装置 100A の所定のポート（図示せず）を介して外部電源に接続することにより充電することができても

よい。電源110のみを本体102又はエアロゾル生成装置100Aから取り外すことができてもよく、新しい電源110と交換することができてもよい。また、本体102全体を新しい本体102と交換することによって電源110を新しい電源110と交換することができてもよい。

[0079] センサ112は、回路134の全体又は特定の部分に印加される電圧の値、負荷132の抵抗値に関する値又は温度に関する値などを取得するために用いられる1つ又は複数のセンサを含んでもよい。センサ112は回路134に組み込まれてもよい。センサ112の機能が制御部106に組み込まれてもよい。センサ112はまた、空気取込流路120及び／又はエアロゾル流路121内の圧力の変動を検知する圧力センサ又は流量を検知する流量センサを含んでもよい。センサ112はまた、貯留部116Aなどのコンポーネントの重量を検知する重量センサを含んでもよい。センサ112はまた、エアロゾル生成装置100Aを用いたユーザによるパフの回数を計数するように構成されてもよい。センサ112はまた、霧化部118Aへの通電時間を積算するように構成されてもよい。センサ112はまた、貯留部116A内の液面の高さを検知するように構成されてもよい。制御部106及びセンサ112はまた、電源110のSOC (State of Charge, 充電状態)、電流積算値、電圧などを求める又は検知するように構成されてもよい。SOCは、電流積算法(クーロン・カウンティング法)やSOC-OCV (Open Circuit Voltage, 開回路電圧)法等によって求められてもよい。センサ112はまた、ユーザが操作可能な操作ボタンなどであってもよい。

[0080] 制御部106は、マイクロプロセッサ又はマイクロコンピュータとして構成された電子回路モジュールであってもよい。制御部106は、メモリ114に格納されたコンピュータ実行可能命令に従ってエアロゾル生成装置100Aの動作を制御するように構成されてもよい。メモリ114は、ROM、RAM、フラッシュメモリなどの記憶媒体である。メモリ114には、上記のようなコンピュータ実行可能命令のほか、エアロゾル生成装置100Aの

制御に必要な設定データ等が格納されてもよい。例えば、メモリ 114 は、通知部 108 の制御プログラム（発光、発声、振動等の態様等）、霧化部 118A の制御プログラム、センサ 112 により取得及び／又は検知された値、霧化部 118A の加熱履歴等の様々なデータを格納してもよい。制御部 106 は、必要に応じてメモリ 114 からデータを読み出してエアロゾル生成装置 100A の制御に利用し、必要に応じてデータをメモリ 114 に格納する。

[0081] 図 1B は、本開示の一実施形態に係るエアロゾル生成装置 100B の構成の概略的なブロック図である。

[0082] 図示されるように、エアロゾル生成装置 100B は、図 1A のエアロゾル生成装置 100A と類似した構成を有する。但し、第 2 の部材 104B（以下、「エアロゾル発生物品 104B」又は「スティック 104B」と呼ぶ）の構成は第 1 の部材 104A の構成とは異なっている。一例として、エアロゾル発生物品 104B は、エアロゾル基材 116B、霧化部 118B、空気取込流路 120、エアロゾル流路 121、吸口部 122 を含んでもよい。本体 102 内に含まれるコンポーネントの一部がエアロゾル発生物品 104B 内に含まれてもよい。エアロゾル発生物品 104B 内に含まれるコンポーネントの一部が本体 102 内に含まれてもよい。エアロゾル発生物品 104B は、本体 102 に対して挿抜可能に構成されてもよい。あるいは、本体 102 及びエアロゾル発生物品 104B 内に含まれるすべてのコンポーネントが、本体 102 及びエアロゾル発生物品 104B に代えて、同一の筐体内に含まれてもよい。

[0083] エアロゾル基材 116B は、エアロゾル源を担持する固体として構成されてもよい。図 1A の貯留部 116A の場合と同様に、エアロゾル源は、例えば、グリセリンやプロピレングリコールといった多価アルコール、水などの液体であってもよい。エアロゾル基材 116B 内のエアロゾル源は、加熱することによって香嗅味成分を放出するたばこ原料やたばこ原料由来の抽出物を含んでいてもよい。エアロゾル生成装置 100A がネブライザー等の医療

用吸入器である場合、エアロゾル源はまた、患者が吸入するための薬剤を含んでもよい。エアロゾル基材 116B は、エアロゾル源が消費された際にエアロゾル基材 116B 自体を交換することができるように構成されてもよい。エアロゾル源は液体に限られるものではなく、固体でも良い。

[0084] 霧化部 118B は、エアロゾル源を霧化してエアロゾルを生成するように構成される。センサ 112 によって吸引動作が検知されると、霧化部 118B はエアロゾルを生成する。霧化部 118B は、電源 110 に電氣的に接続された負荷を含むヒータ（図示せず）を備える。吸引動作が検知されると、制御部 106 は、霧化部 118B のヒータ又は当該ヒータへの給電を制御し、エアロゾル基材 116B 内に担持されたエアロゾル源を加熱することによって当該エアロゾル源を霧化する。霧化部 118B の別の例は、エアロゾル源を超音波振動によって霧化する超音波式霧化器であってもよい。霧化部 118B には空気取込流路 120 が接続され、空気取込流路 120 はエアロゾル生成装置 100B の外部へ通じている。霧化部 118B において生成されたエアロゾルは、空気取込流路 120 を介して取り込まれた空気と混合される。エアロゾルと空気の混合流体は、矢印 124 で示されるように、エアロゾル流路 121 へと送り出される。エアロゾル流路 121 は、霧化部 118B において生成されたエアロゾルと空気との混合流体を吸口部 122 まで輸送するための管状構造を有する。なお、エアロゾル生成装置 100B においては、エアロゾル発生物品 104B は、その内部に位置する又はその内部に挿入される霧化部 118B によって、その内部から加熱されるよう構成されている。これに代えて、エアロゾル発生物品 104B は、自身を包囲又は収納するように構成した霧化部 118B によって、その外部から加熱されるよう構成されていてもよい。

[0085] 制御部 106 は、本開示の実施形態に係るエアロゾル生成装置 100A 及び 100B（以下、まとめて「エアロゾル生成装置 100」とも呼ぶ）を様々な方法で制御するように構成される。

[0086] エアロゾル生成装置においてエアロゾル源が不足しているときにユーザが

吸引を行うと、ユーザに対して十分なエアロゾルを供給できない。加えて、電子たばこや加熱式たばこの場合、意図しない香喫味を有するエアロゾルが放出され得る（このような現象を「意図しない挙動」とも呼ぶ）。本願発明者らは、エアロゾル源が枯渇又は不足するときに適切な制御を実行するエアロゾル生成装置並びにそれを動作させる方法及びプログラムを発明した。以下では、主として、エアロゾル生成装置が図1Aに示す構成を有する場合を想定して、本開示の各実施形態について詳しく説明する。但し、必要に応じて、エアロゾル生成装置が図1Bに示す構成を有する場合についても併せて説明する。エアロゾル生成装置が図1A及び図1Bの構成以外の様々な構成を有する場合にも本開示の実施形態を適用できることは当業者にとって明らかであろう。

[0087] <第1の実施形態>

図2は、本開示の第1の実施形態による、エアロゾル生成装置100Aの一部に関する例示的な回路構成を示す図である。

[0088] 図2に示す回路200は、電源110、制御部106、センサ112A乃至D（以下、まとめて「センサ112」とも呼ぶ）、負荷132（以下、「ヒータ抵抗」とも呼ぶ）、第1回路202、第2回路204、第1電界効果トランジスタ（FET, Field Emission Transistor）206を含むスイッチQ1、変換部208、第2FET210を含むスイッチQ2、抵抗212（以下、「シャント抵抗」とも呼ぶ）を備える。なお、センサ112は、制御部106や変換部208などの他の構成要素に内蔵されていてもよい。例えばPTC（Positive Temperature Coefficient, 正の温度係数特性）ヒータやNTC（Negative Temperature Coefficient, 負の温度係数特性）ヒータを用いることで、負荷132の電気抵抗値は温度に応じて変化する。シャント抵抗212は、負荷132と直列に接続され、既知の電気抵抗値を有する。シャント抵抗212の電気抵抗値は温度に対して実質的に不変であってもよい。シャント抵抗212は負荷132より大きな

電気抵抗値を有する。実施形態に応じて、センサ112C、112Dは省略されてもよい。FETだけでなく、iGBT、コンタクタなどの様々な素子をスイッチQ1及びQ2として用いることができることは当業者にとって明らかであろう。

[0089] 変換部208は、例えばスイッチング・コンバータであり、FET214、ダイオード216、インダクタンス218及びキャパシタ220を含み得る。変換部208が電源110の出力電圧を変換して、変換された出力電圧が回路全体に印加されるように、制御部106は変換部208を制御してもよい。また、図2に示した降圧型のスイッチング・コンバータに代えて、昇圧型のスイッチング・コンバータや昇降圧型のスイッチング・コンバータ、又はLDO (Linear DropOut) レギュレータなどを用いてもよい。なお、変換部208は必須のコンポーネントではなく、省略することも可能である。さらに、制御部106とは別体の不図示の制御部が、変換部208を制御するように構成されていてもよい。この不図示の制御部は、変換部208に内蔵されていてもよい。

[0090] 図1Aに示される回路134は、電源110と負荷132とを電氣的に接続し、第1回路202及び第2回路204を含み得る。第1回路202及び第2回路204は、電源110及び負荷132に対して並列接続される。第1回路202はスイッチQ1を含み得る。第2回路204はスイッチQ2及び抵抗212（及び、オプションとして、センサ112D）を含み得る。第1回路202は第2回路204よりも小さい抵抗値を有してもよい。この例において、センサ112B及び112Dは電圧センサであり、それぞれ、負荷132及び抵抗212の両端の電圧値を検知するように構成される。しかし、センサ112の構成はこれに限定されない。例えば、センサ112は既知抵抗を用いた又はホール素子を用いた電流センサであってもよく、負荷132及び／又は抵抗212を流れる電流の値を検知してもよい。

[0091] 図2において点線矢印で示すように、制御部106は、スイッチQ1、スイッチQ2等を制御することができ、センサ112により検知された値を取



得することができる。制御部106は、スイッチQ1をオフ状態からオン状態に切り替えることにより第1回路202を機能させ、スイッチQ2をオフ状態からオン状態に切り替えることにより第2回路204を機能させるように構成されてもよい。制御部106は、スイッチQ1及びQ2を交互に切り替えることにより、第1回路202及び第2回路204を交互に機能させるように構成されてもよい。

[0092] 第1回路202はエアロゾル源の霧化に用いられる。スイッチQ1がオン状態に切り替えられて第1回路202が機能するとき、ヒータ（すなわち、ヒータ内の負荷132）に電力が供給され、負荷132は加熱される。負荷132の加熱により、霧化部118A内の保持部130に保持されているエアロゾル源（図1Bのエアロゾル生成装置100Bの場合、エアロゾル基材116Bに担持されたエアロゾル源）が霧化されてエアロゾルが生成される。

[0093] 第2回路204は、負荷132に印加される電圧の値、負荷132の抵抗値に関連する値、負荷132の温度に関連する値、抵抗212に印加される電圧の値等を取得するために用いられる。一例として、図2に示すように、センサ112B及び112Dが電圧センサである場合を考える。スイッチQ2がオンであり第2回路204が機能しているとき、電流はスイッチQ2、抵抗212及び負荷132を流れる。センサ112B及び112Dにより、それぞれ、負荷132に印加される電圧の値及び／又は抵抗212に印加される電圧の値が得られる。また、センサ112Dにより取得された抵抗212に印加される電圧の値と、抵抗212の既知の抵抗値 $R_{shunt}$ とを用いて、負荷132を流れる電流の値を求めることができる。変換部208の出力電圧 $V_{out}$ と当該電流値とに基づいて、抵抗212及び負荷132の抵抗値の合計値を求めることができるので、当該合計値から既知の抵抗値 $R_{shunt}$ を差し引くことにより、負荷132の抵抗値 $R_{HTR}$ を求めることができる。負荷132が温度に応じて抵抗値が変わる正又は負の温度係数特性を有している場合、予め知られている負荷132の抵抗値と温度との間の関係と、上述のよう

にして求められたと負荷 1 3 2 の抵抗値  $R_{HTR}$  とに基づいて、負荷 1 3 2 の温度を推定することができる。負荷 1 3 2 を流れる電流の値に代えて、抵抗 2 1 2 を流れる電流の値を用いても負荷 1 3 2 の抵抗値や温度を推定できることが当業者に理解されよう。この例における負荷 1 3 2 の抵抗値に関連する値は、負荷 1 3 2 の電圧値、電流値等を含み得る。センサ 1 1 2 B 及び 1 1 2 D の具体例は電圧センサに限定されず、電流センサ（例えば、ホール素子）などの他の素子を含み得る。

[0094] センサ 1 1 2 A は、電源 1 1 0 の放電時又は無負荷時における出力電圧を検知する。センサ 1 1 2 C は、変換部 2 0 8 の出力電圧を検知する。あるいは、変換部 2 0 8 の出力電圧は、予め定められた目標電圧であってもよい。これらの電圧は、回路全体に印加される電圧である。

[0095] 負荷 1 3 2 の温度が  $T_{HTR}$  であるときの負荷 1 3 2 の抵抗値  $R_{HTR}$  は、以下のように表すことができる。

$$R_{HTR}(T_{HTR}) = (V_{HTR} \times R_{shunt}) / (V_{Batt} - V_{HTR})$$

ここで、 $V_{Batt}$  は回路全体に印加される電圧である。変換部 2 0 8 を用いない場合、 $V_{Batt}$  は電源 1 1 0 の出力電圧である。変換部 2 0 8 を用いる場合、 $V_{Batt}$  は変換部 2 0 8 の目標電圧に該当する。 $V_{HTR}$  はヒータに印加される電圧である。 $V_{HTR}$  に代えて、シャント抵抗 2 1 2 に印加される電圧を用いてもよい。

[0096] 図 3 は、貯留部 1 1 6 A（又は、エアロゾル基材 1 1 6 B）内のエアロゾル源が十分にあるとき及びエアロゾル源が枯渇しているときのそれぞれについて、スイッチ Q 1 がオフにされて負荷 1 3 2（ヒータ）への給電が停止した後の負荷 1 3 2 の冷却過程を概略的に示す。横軸は時間を示し、縦軸は負荷 1 3 2 の温度を示す。

[0097] 曲線 3 0 2 は、エアロゾル源が十分にあるときの負荷 1 3 2 の冷却曲線を示す。エアロゾル源が十分にある限り、負荷 1 3 2 の温度は、電源 1 1 0 から負荷 1 3 2 に給電を継続しても、ある温度（以下、「正常時に到達するエアロゾル源の最高温度」や「エアロゾル生成温度」とも呼ぶ）付近で収束す

る。つまり、負荷 132 への給電が停止されたときの負荷 132 の温度は、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度である。これは、負荷 132 およびエアロゾル源の昇温に用いられていた熱エネルギーが、エアロゾル源の蒸発（相転移）に用いられるために生じる現象である。エアロゾル源が単一溶媒から構成される場合、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度は、当該溶媒の沸点と一致する。一方、エアロゾル源が混合溶媒から構成される場合、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度は、混合溶媒を構成する各種溶媒の組成とそのモル比に応じて変化する。混合溶媒における正常時に到達するエアロゾル源の最高温度は、実験によって求めてもよいし、ラウールの法則などを用いて解析的に求めてもよい。一例として、図 3 に示すように、スイッチ Q1 がオフにされて負荷 132 への給電が停止されたときの負荷 132 の温度は約 200℃である。負荷 132 の温度は曲線 302 で示すように時間の経過とともに低下し、室温（ここでは、25℃）に達する。

[0098] 曲線 304 は、エアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷 132 の冷却曲線を示す。エアロゾル源が枯渇しているため、負荷 132 への給電が停止されたとき、負荷 132 の温度がエアロゾル生成温度よりも高いため、負荷 132 は過熱状態にある。一例として、図 3 に示すように、負荷 132 の温度は 350℃に達し得る。給電が停止すると、負荷 132 の温度は曲線 304 で示すように時間の経過とともに低下し、やがて室温に達する。

[0099]  $R_{HTR}(t=0)$  は、負荷 132 への給電が停止されたときの負荷 132 の電気抵抗値を示す。 $R_{HTR}(T_{HTR}=R, T)$  は、負荷 132 の温度が室温に達したときの負荷 132 の電気抵抗値を示す。

[0100] 図 3 に示すように、エアロゾル源が枯渇しているときに負荷 132 の温度が室温まで低下するのに要する時間は、エアロゾル源が十分にあるときに負荷 132 の温度が室温まで低下するのに要する時間よりも長い。負荷 132 は主に空冷効果によって冷却されるところ、エアロゾル源が枯渇しているときは、エアロゾル源が十分にあるときに比べてスイッチ Q1 がオフにされて

負荷 1 3 2 への給電が停止されたときの負荷 1 3 2 の温度が高いためである。なお、エアロゾル源が十分にあるとき、負荷 1 3 2 は、負荷 1 3 2 より低温なエアロゾル源や貯留部 1 1 6 A から新たに供給されるエアロゾル源によっても冷却され得るため、エアロゾル源が枯渇しているときと十分にあるときで、負荷 1 3 2 の温度が室温まで低下するのに要する時間に違いが生じやすい。

[0101] 図 4 は、本開示の一実施形態による、負荷 1 3 2 の冷却過程を監視し、エアロゾル源が枯渇しているか否かを判定するための処理のフローチャートである。ここでは、制御部 1 0 6 がすべてのステップを実行するものとして説明を行う。しかし、一部のステップがエアロゾル生成装置 1 0 0 の別のコンポーネントによって実行されてもよいことに留意されたい。

[0102] 図 4 の処理の前まで、ユーザによるエアロゾル生成要求が継続している。処理はステップ 4 0 2 において開始し、制御部 1 0 6 は、エアロゾル生成要求が終わったか否かを判定する。一例として、制御部 1 0 6 は、圧力センサの出力等に基づいて、ユーザによる吸引が終わったか否かを判定してもよい。別の例において、制御部 1 0 6 は、負荷 1 3 2 への給電を行うためにエアロゾル生成装置 1 0 0 に備え付けられているボタンが押されなくなったか否かに基づいて、エアロゾル生成要求が終わったか否かを判定してもよい。また別の例において、制御部 1 0 6 は、負荷 1 3 2 への給電を行うためにエアロゾル生成装置 1 0 0 に備え付けられているボタンの押下などのユーザ・インターフェースに対する操作を検知してから、所定時間が経過したか否かに基づいて、エアロゾル生成要求が終わったか否かを判定してもよい。

[0103] エアロゾル生成要求が続いている場合（ステップ 4 0 2 の「N」）、処理はステップ 4 0 2 の前に戻る。エアロゾル生成要求が終わると（ステップ 4 0 2 の「Y」）、処理はステップ 4 0 4 に進む。ステップ 4 0 4 において、制御部 1 0 6 は、スイッチ Q 1 をオフにし、負荷 1 3 2 への給電を停止する。

[0104] 処理はステップ 4 0 6 に進み、制御部 1 0 6 はタイマを起動する。制御部

106は、タイマの値を初期値  $t = 0$  に設定してもよい。

[0105] 処理はステップ408に進み、制御部106は時間が所定の値  $\Delta t$  だけ進むのを待つ。また別の例として、後述するステップ416からステップ408に戻ってきた場合、制御部106は、ステップ416を実行した最新の時間からの経過時間を  $\Delta t$  として、 $t$  に加算（インクリメント）してもよい。

[0106] 処理はステップ410に進み、制御部106は、スイッチQ2をオンにして、第2回路204を機能させる。制御部106は、図2に関連して述べたような方法で負荷132の電気抵抗値  $R_{HTR}(t)$  を計測することができる。ステップ412において、制御部106は、負荷132の電気抵抗値を検出するセンサから電気抵抗値を取得してもよい。あるいは、制御部106は、電気抵抗に関連する電氣的な値（電流値など）を検出するセンサから取得した値を用いて電気抵抗値を求めてもよい。次いでステップ414において、制御部106はスイッチQ2をオフにする。

[0107] 処理はステップ416に進み、制御部106は、ステップ412において得られた値  $R_{HTR}(t)$  が所定の値  $R_{HTR}(T_{HTR} = R, T)$  に等しいか否かを判定する。図3に示すように、負荷132がPTCヒータならば、負荷132の抵抗値は、スイッチQ1がオフにされた時点での温度に対応する値  $R_{HTR}(t = 0)$  から、時間の経過とともに小さくなる。負荷132の温度が室温に達すると、負荷132の抵抗値は  $R_{HTR}(T_{HTR} = R, T)$  になる。したがって、ステップ416において実行される、負荷132の抵抗値に関する上述の判定により、負荷132の温度が室温まで低下したか否かを判定することができる。

[0108] 負荷132の抵抗値が所定の値に達しない場合（ステップ416の「N」）、処理はステップ408の前に戻る。負荷132の抵抗値が所定の値に達した場合（ステップ416の「Y」）、処理はステップ418に進む。ステップ418において、制御部106は、このときのタイマの値  $t$ （すなわち、スイッチQ1がオフにされてから経過した時間）が所定の閾値  $Thre$  を超えるか否かを判定する。図3に示すように、 $Thre$  は、エアロゾル源が

十分にあるときに負荷 132 の温度が室温に下がるまでに要する冷却時間である。

[0109] タイマの値が閾値を超える場合（ステップ 418 の「Y」）、処理はステップ 420 に進む。これは負荷 132 の温度が室温に下がるまでに閾値 *Thre* を超える時間を要したことを意味するので、図 3 の説明からも分かるように、スイッチ Q1 がオフにされた時点で負荷 132 は過熱状態にあったと理解される。したがって、ステップ 420 において、制御部 106 は、エアロゾル源が枯渇していると判定する。

[0110] タイマの値が閾値以下である場合（ステップ 418 の「N」）、処理はステップ 422 に進む。ステップ 422 において、制御部 106 は、エアロゾル源の残量が十分であると判定する。

[0111] 図 4 の実施形態によれば、センサ 112 により検出される値の時系列的な変化に基づき、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷が昇温した後の負荷の冷却過程を監視することができる。この監視は、センサ 112 により検出される値の時系列的な変化と負荷の温度の低下とが相関関係を保持する態様で実施される。例えば、負荷 132 が PTC ヒータならば、負荷 132 の電気抵抗値の変化と負荷 132 の温度は相関関係を有し、負荷 132 の温度が時間の経過とともに低下すると、負荷 132 の電気抵抗値も低下する。このような構成により、専用の温度センサを用いなくても、負荷（ヒータ）の冷却過程を高精度に観測できる。

[0112] また、図 4 の実施形態によれば、制御部 106 は、冷却過程に基づき、貯留部 116A 又はエアロゾル基材 116B におけるエアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。したがって、ユーザによる吸引などの外乱が少ない状態でエアロゾル源の枯渇を検知することができる。

[0113] 図 5 は、サージ電流（又は残留電流）の発生により、計測される負荷 132 の抵抗値が大きく変動し得ることを示す。曲線 502 はエアロゾル源が十分にあるときの負荷 132 の冷却曲線を示す。曲線 504 はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷 132 の冷却曲線を示す。

参照番号506はサージ電流（又は残留電流）が収まるのに要する時間を示す。回路134は少なからずインダクタ（誘導）成分を有するため、スイッチQ1をオフにした直後は、第1回路202を流れる電流が急変することにより、電流の急変の度合い（時間微分値）とインダクタンスの積に応じた大きさを持つサージ電流が発生する。したがって、スイッチQ1をオフにした直後にスイッチQ2をオンにして負荷132の抵抗値を測定すると、抵抗値計測用の電流にサージ電流が重畳される。これにより、測定される負荷132の抵抗値が大きく変動するなどの不都合が生じる。換言すれば、前述した負荷132の電気抵抗値の変化と負荷132の温度が持つ相関関係が保持されず、これらが乖離する虞がある。したがって、負荷132の冷却過程を精度よく観測することや、負荷132の温度が室温に達するまでの時間を正確に測定することが困難になる。なお、回路134はインダクタ成分に加えてキャパシタ（容量）成分も少なからず有するため、スイッチQ1をオフにした後に回路を流れる残留電流も、サージ電流と同様に不都合を生じさせる虞がある。

[0114] 図6は、上記の問題を解決し得る、本開示の一実施形態による処理を示すフローチャートである。ステップ602及び604の処理は図4のステップ402及び404の処理と同様であるので説明を省略する。

[0115] ステップ606において、制御部106は、所定時間（例えば、10msなど）の間、スイッチQ1及びスイッチQ2の両方をオフにしたまま待機する。すなわち、負荷132の冷却過程の開始時又は開始直後に、冷却過程の監視が行われないうち又は監視された冷却過程に基づく枯渇の発生の判断が行われないうちの不感帯が設けられる。このときの所定時間は、例えば、図5において示される、サージ電流が収まるまでの時間506であってもよい。前述した通り、サージ電流は電流の給電の度合い（時間微分値）に応じた大きさを持つため、時間経過と共に徐々に低減する。同様に、残留電流も時間経過と共に徐々に低減する。当該時間に関する情報は予めメモリ114に格納されていてもよし、センサ112の出力値に応じて可変的に設定されてもよい。

不感帯を設けることにより、図5に示すようにスイッチQ2をオンにするタイミングが上記所定時間だけ遅れる。ステップ608から624の処理は図4のステップ406から422の処理と同様であるので説明を省略する。なお、ステップ608の処理はステップ606の前に実行されてもよい。

[0116] 図6の実施形態によれば、制御部106は、冷却過程の開始時又は開始直後に、冷却過程の監視が行われないか又は監視された冷却過程に基づくエアロゾル源の枯渇の発生の判断が行われない不感帯を設けるよう構成される。したがって、冷却過程の開始時又は開始直後に負荷132の抵抗値を計測した場合に生じ得るセンサ112の出力値の揺らぎを観測しにくくなるので、負荷の冷却過程の観測精度が向上する。

[0117] 不感帯は、給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるまで設けられてもよい。一例として、制御部106は、センサ112に含まれる磁気センサによって、残留電流やサージ電流が生じさせる電磁波ノイズを観測し、このノイズの大きさに基づき、残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値を判断するよう構成されてもよい。これにより、残留電流やサージ電流がセンサ112の出力値に重畳された状態において冷却過程が観測されることを防止できるので、観測精度が向上する。

[0118] 不感帯の時間の長さは、エアロゾル源の枯渇が発生しない場合に冷却過程が完了するまでの時間の長さより短くてもよい。一例として、不感帯の時間の長さは、図5のThreの長さより短くてもよい。これにより、過剰に長い不感帯が設定されて冷却過程の観測が妨げられることを抑制できる。

[0119] 図7は、サージ電流（又は残留電流）の発生が及ぼす影響を軽減するための本開示の実施形態を概念的に示す。曲線702はエアロゾル源が十分にあるときの負荷132の冷却曲線を示す。曲線704はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷132の冷却曲線を示す。参照番号706はサージ電流（又は残留電流）が収まるまでの時間を示す。この例では、負荷132への給電が終了した時に生じる残留電流とサージ電流のう



ち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるのに必要な時間（参照番号 706 で示される時間）より長い周期  $T$  で、冷却過程の監視中に、負荷 132 の電気抵抗値に関連する値がセンサ 112 によって検出される。なお、一番左の点線の時点（サージ電流発生時点）においては、上記検出を行ってもよし、行わなくてもよい。

[0120] 図 8 は、図 7 に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ 802 から 808 の処理は図 4 のステップ 402 から 408 の処理と同様である。

[0121] ステップ 810 において、制御部 106 は、タイマが示す時間  $t$  が上述の周期  $T$  の整数倍であるか否かを判定する。 $t$  が  $T$  の整数倍でない場合（ステップ 810 の「N」）、処理はステップ 808 の前に戻る。

[0122]  $t$  が  $T$  の整数倍である場合（ステップ 810 の「Y」）、図 7 において点線で示される計測のタイミングに到達したことになる。処理はステップ 812 に進み、スイッチ Q2 がオンにされ、負荷 132 の電気抵抗値又は電気抵抗に関連する値が計測される。ステップ 812 から 824 の処理は図 4 のステップ 410 から 422 の処理と同様である。

[0123] 図 7 及び図 8 の実施形態によれば、制御部 106 は、給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるのに必要な時間より長い周期で、冷却過程の監視中にセンサ 112 によって電気抵抗値に関連する値を検出するよう構成される。したがって、負荷 132 の冷却開始時又は冷却開始直後に負荷 132 の抵抗値を計測した場合における、センサ 112 の出力値の揺らぎを観測しにくくなるため、冷却過程の観測精度が向上する。

[0124] 図 9 は、サージ電流の発生が及ぼす影響を軽減するための本開示の一実施形態を概念的に示す。曲線 902 はエアロゾル源が十分にあるときの負荷 132 の冷却曲線を示す。曲線 904 はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷 132 の冷却曲線を示す。この例では、冷却過程の開始時又は開始直後にセンサ 112 によって検出される値が、当該値の時

系列的な変化を平滑化することによって補正される。一例において、図9に数式で示すように、ある計測時点から別のある計測時点までに測定された負荷132の抵抗値の平均値をその計測時点における負荷132の抵抗値として決定してもよい。例えば、図9で示された数式において $N=5$ として、図9に示される5つの点線のうち最後の点線に対応する時点における抵抗値は、当該時点及び以前の4つの時点を含む5つの時点で計測された5つの抵抗値の平均値として求められてもよい。なお、ある計測時点（始点）から別のある計測時点（終点）まで測定された負荷132の抵抗値の平均値は、終点におけるものとして求めず、始点におけるものとして求めてもよいし、始点と終点の間に含まれる時点のものとして求めてもよい。

[0125] 図10は、図9に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ1002から1014の処理は図4のステップ402から414の処理と同様である。

[0126] ステップ1016において、制御部106は、所定の整数 $N$ を増加（インクリメント）させる。 $N$ の初期値は0であってもよく、ステップ1016において $N$ の値が1だけ増加されてもよい。この $N$ は図9に示される数式の右辺に登場する $N$ に対応する。

[0127] 処理はステップ1018に進み、制御部106は、 $N$ が所定の閾値 $Thre_1$ と等しくなったか否かを判定する。一例において、5つの計測された抵抗値の平均値を制御に用いる抵抗値として使用する場合、 $N=5$ である。

[0128]  $N$ が閾値に達しない場合（ステップ1018の「N」）、処理はステップ1008の前に戻る。 $N$ が閾値になった場合（ステップ1018の「Y」）、処理はステップ1020に進む。ステップ1020において、制御部106は、例えば図9に示される式に基づいて $R_{av_e}(t)$ を算出する。処理はステップ1022に進み、制御部106は $N$ をゼロにリセットする。その後のステップ1024から1030の処理は図4のステップ416から422の処理と同様である。

[0129] 図9及び図10の実施形態によれば、制御部106は、冷却過程の開始時

又は開始直後にセンサ 1 1 2 によって検出される値を、センサ 1 1 2 により検出される値の時系列的な変化を平滑化することによって補正し、補正された値に基づいて冷却過程を監視するよう構成される。図 9 及び図 1 0 の例においては、複数の得られた値の単純平均を行っているが、別の例において、複数の計測値の移動平均を求めてもよい。これらの構成によれば、ユーザの吸引などの外乱の影響が少ない状態でエアロゾル源の枯渇を検知できる。また、制御部 1 0 6 は、平均化処理とローパスフィルタのうち少なくとも一方を用いて、センサ 1 1 2 によって検出される値を補正するよう構成されてもよい。これにより、より簡便な方法で平滑化処理を実現することができる。

[0130] 図 1 1 から図 1 5 を参照しつつ、負荷の冷却過程を監視するための値の適切な計測タイミングについて説明する。図 2 に関連して述べたような負荷 1 3 2 の電気抵抗値を計測する方法によれば、専用の温度センサを用いずに負荷 1 3 2 の冷却過程を監視することができる。しかし、負荷 1 3 2 の電気抵抗値を計測しようとする回路 1 3 4 へ通電する必要があるため、負荷 1 3 2 の電気抵抗値の計測の度に、自身を流れる電流によって負荷 1 3 2 が少なからず発熱する。従って、不適切な計測タイミングによる負荷の冷却過程の監視は外乱となり、負荷の冷却過程の観測精度を低下させてしまう虞がある。

[0131] 図 1 1 は、本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングを概念的に示す。曲線 1 1 0 2 はエアロゾル源が十分にあるときの負荷 1 3 2 の冷却曲線を示す。曲線 1 1 0 4 はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷 1 3 2 の冷却曲線を示す。図 4 の実施形態と同様に、冷却過程の監視は、センサ 1 1 2 により検出される値の時系列的な変化と負荷 1 3 2 の温度の低下とが相関関係を保持する態様で実施することができる。例えば、負荷 1 3 2 が P T C ヒータならば、負荷 1 3 2 の電気抵抗値の変化と負荷 1 3 2 の温度は相関関係を有し、負荷 1 3 2 の温度が時間の経過とともに低下すると、負荷 1 3 2 の電気抵抗値も低下する。このとき、一例において、図 1 1 に示すように、冷却過程の監視中に

センサ 112 が電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出する周期  $T$  は、制御部 106 が達成可能な最小値  $T_{min}$  より大きくてもよい。給電の終了から所定の時間が経過した後に冷却過程の監視が開始されてもよく、当該所定の時間は制御部 106 が達成可能な最小値  $T_{min}$  より大きくてもよい。このような構成により、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングが適切になるため、専用の温度センサを用いなくても、負荷の冷却過程を高精度に観測できる。

[0132] 図 12 は、本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングを概念的に示す。曲線 1202 はエアロゾル源が十分にあるときの負荷 132 の冷却曲線を示す。曲線 1204 はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷 132 の冷却曲線を示す。図示されるように、 $t = 0$  の時点で負荷 132 の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を計測した後、所定の期間の不感帯を設け、当該不感帯の終了後に値の計測を再び行ってもよい。不感帯中は、値を計測しなくてもよい。あるいは、不感帯中も値を計測する一方で、不感帯中に計測された値をエアロゾル源が枯渇したかどうかの判断に用いなくてもよい。不感帯終了後に値を計測する周期  $T$  は、制御部 106 が達成可能な最小値  $T_{min}$  より大きくてもよいし、 $T_{min}$  であってもよい。また、給電の終了から所定の時間が経過した後に冷却過程の監視が開始されてもよい。

[0133] 図 13 は、図 12 に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ 1302 から 1308 の処理は図 4 のステップ 402 から 408 の処理と同様である。

[0134] ステップ 1310 において、制御部 106 は、タイマが示す時間が不感帯の所定の期間  $t_{dead\_zone}$  を超えたか否か（すなわち、不感帯が終了したか否か）を判定する。不感帯が終了していない場合（ステップ 1310 の「N」）、処理はステップ 1308 の前に戻る。不感帯が終了した場合（ステップ 1310 の「Y」）、処理はステップ 1312 に進む。ステップ 1312 から 1324 の処理は図 4 のステップ 410 から 422 の処理と同様である。

。図12及び図13の実施形態によれば、不感帯を設けることで、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングが適切になるため、専用の温度センサを用いなくても、負荷の冷却過程を高精度に観測できる。

[0135] 図14は、本開示の一実施形態による、負荷の冷却過程を監視するための値の計測タイミングを概念的に示す。曲線1402はエアロゾル源が十分にあるときの負荷132の冷却曲線を示す。曲線1404はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷132の冷却曲線を示す。図示されるように、 $t = 0$ の時点で負荷132の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を最初に計測したときから2度目に値を計測するまでの時間は、2度目の計測時点と3度目の計測時点との間の時間より長くてもよい。図示されるように、その後も、隣接する計測時点間の時間は徐々に短くなるように設定されてもよい。

[0136] 図15は、図14に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ1502から1506の処理は図4のステップ402から406の処理と同様である。

[0137] ステップ1508において、制御部106は、図14に示す計測周期 $T$ の値を決定する。一例において、ステップ1508に示すように、計測周期 $T$ は、所定の係数 $\alpha$ とその時点の負荷132の抵抗値との積として求められてもよい。負荷132がPTCヒータならば、負荷132の温度が低下すると負荷132の抵抗値は小さくなるので、上記の例によれば、値が計測されるたびに $T$ は短くなる。上述の $T$ の算出方法は一例にすぎない。別の例として、計測周期 $T$ は、冷却過程の開始からの経過時間と反比例するように計算されてもよいし、既に行われた計測の回数に反比例するように計算されてもよい。

[0138] ステップ1510の処理はステップ408の処理と同様である。処理はステップ1512に進み、制御部106は、ステップ1508における $T$ の更新後に時間が当該更新された $T$ だけ経過したか否かを判定する。時間が $T$ だけ経過していない場合（ステップ1512の「N」）、処理はステップ15

10の前に戻る。時間がTだけ経過した場合（ステップ1512の「Y」）、処理はステップ1514に進む。ステップ1514から1520の処理はステップ410から416の処理と同様である。

[0139] 負荷132が室温に達していないと判定される場合（ステップ1520の「N」）、処理はステップ1508の前に戻り、新たなTが設定され、ステップ1508から1520の処理が繰り返される。負荷132が室温に達したと判定される場合（ステップ1520の「Y」）、処理はステップ1522に進む。ステップ1522から1526の処理はステップ418から422の処理と同様である。

[0140] 図14及び図15の実施形態によれば、制御部106は、冷却過程の監視中にセンサ112によって電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値が検出される周期を段階的に短くするよう構成され得る。制御部106は、センサ112によって検出される値に対応する負荷132の温度が低いほど、冷却過程の監視中にセンサ112によって電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出する周期を短くするよう構成されてもよい。このような特徴により、適切な計測頻度を設定することができ、負荷132の冷却過程に及ぼす影響が僅かになる。

[0141] 図16は、本開示の一実施形態による、負荷への給電及び給電停止後の負荷の冷却過程を概略的に示す。曲線1602はエアロゾル源が十分にあるときの負荷132の冷却曲線を示す。曲線1604はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷132の冷却曲線を示す。図16中の星印は、エアロゾル生成開始前又は給電開始直後の負荷132の抵抗値に対応する負荷132の温度を示す。

[0142] 図17は、図16に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ1702において、制御部106は、エアロゾル生成要求があったか否かを判定する。一例として、制御部106は、圧力センサの出力等に基づいて、ユーザによる吸引が開始されたか否かを判定してもよい。別の例において、制御部106は、負荷132への給電を行うためにエ

アロゾル生成装置 100 に備え付けられているボタンが押されたか否かを判定してもよい。

- [0143] 処理はステップ 1704 に進み、制御部 106 は、スイッチ Q1 をオンにする前に、スイッチ Q2 をオンにする。次いでステップ 1706 において、制御部 106 は、既に述べた様々な方法で負荷 132 の電気抵抗値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を計測する。ここでは、負荷 132 の電気抵抗値が計測されるものとして以下説明する。制御部 106 は、ステップ 1706 において計測された電気抵抗値を初期値として保持する。ステップ 1708 において制御部 106 はスイッチ Q2 をオフにする。処理はステップ 1710 に進み、制御部 106 はスイッチ Q1 をオンにして負荷 132 への給電を開始する。
- [0144] ステップ 1712 から 1724 までの処理はステップ 402 から 414 までの処理と同様である。
- [0145] 処理はステップ 1726 に進み、制御部 106 は、ステップ 1722 で計測された抵抗値  $R_{HTR}(t)$  がステップ 1706 で計測された初期値と等しいか否かを判定する。両者が等しくない場合（ステップ 1726 の「N」）、処理はステップ 1718 の前に戻る。両者が等しい場合（ステップ 1726 の「Y」）、処理はステップ 1728 に進む。ステップ 1728 から 1732 の処理はステップ 418 から 422 の処理と同様である。
- [0146] 図 16 及び図 17 の実施形態によれば、制御部 106 は、センサ 112 により検出される値が定常状態になるまでの冷却過程に基づき、エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。負荷 132 の温度が定常状態になるまで冷却過程が観測されるので、冷却過程を適切な終点まで監視することができる。一例において、制御部 106 は、給電を実行する前にセンサ 112 により検出される値と、冷却過程においてセンサ 112 により検出される値との比較に基づき、センサ 112 により検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成されてもよい。これにより、エアロゾル生成前の抵抗値に基づいて定常状態に至ったか否かが判断される。したがって、既定の閾

値に基づいて判断を行う場合と比較して、負荷 132 の固体差を考慮することができ、定常状態に至ったか否かの判断の精度が向上する。また、エアロゾル生成装置 100 の使用環境における温度が、一般的な室温（例えば、25℃）と異なる場合でも、冷却過程の終点を適切に観測できる。

[0147] なお、上述した実施形態に代えて、センサ 112 の測定誤差を考慮し、ステップ 1726 において、ステップ 1722 で計測された抵抗値  $R_{HTR}(t)$  が、ステップ 1706 で計測された初期値又は給電を実行する前にセンサ 112 により検出される値に微小な所定値  $\Delta$  を加えた値と等しいか否かを判定してもよい。

[0148] 図 18 は、本開示の一実施形態による負荷の冷却過程の監視方法を概念的に示す。曲線 1802 はエアロゾル源が十分にあるときの負荷 132 の冷却曲線を示す。曲線 1804 はエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの負荷 132 の冷却曲線を示す。この例では、負荷 132 の温度が完全に室温（例えば、25℃）にまで下がる理想的な冷却時間に代えて、負荷 132 の温度が室温よりも高い温度（例えば、 $25^{\circ}\text{C} + \Delta$ ）にまで下がる近似的な冷却時間を、定常状態に至った時間として用いる。

[0149] 図 19 は、図 18 に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ 1902 から 1914 までの処理はステップ 402 から 414 までの処理と同様である。

[0150] ステップ 1916 において、制御部 106 は、ステップ 1912 において計測された負荷 132 の抵抗値を、上記近似的な冷却時間が経過した後の負荷 132 の抵抗値（ $R_{HTR}(T_{HTR} = R, T, + \Delta)$ ）と比較して、両者が一致するか否かを判定する。後者の抵抗値は、メモリ 114 に予め記憶されていてもよい。両者が一致しない場合（ステップ 1916 の「N」）、処理はステップ 1908 の前に戻る。両者が一致する場合（ステップ 1916 の「Y」）、処理はステップ 1918 に進む。ステップ 1918 から 1922 の処理はステップ 418 から 422 の処理と同様である。

[0151] 図 18 及び図 19 の実施形態によれば、制御部 106 は、センサ 112 に



より検出される値が定常状態になるまでの冷却過程に基づき、エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。一例において、制御部106は、室温より既定値だけ高い温度に対応するセンサ112により検出される値と冷却過程においてセンサ112により検出される値との比較に基づき、センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される。

[0152] 図18及び図19の実施形態において用いられる $\Delta$ の値は、センサ112の誤差に起因する、センサ112により検出される値から得られる負荷の温度の誤差より大きくなるように設定されてもよい。一例として、センサ112が電圧センサである場合、ゲイン誤差、オフセット誤差、ヒステリシス誤差などの当該電圧センサについて分かっている測定誤差の値から、当該電圧センサを用いて測定することができる抵抗値の誤差を求めることができる。さらに、測定できる抵抗値の誤差と、負荷132について分かっている温度-抵抗特性の誤差とから、負荷132について推定できる温度の誤差を求めることができる。この場合、 $\Delta$ を、当該推定できる温度の誤差よりも大きくなるように設定すればよい。これにより、室温に相当する25℃などの既定の閾値に基づいて判断を行う場合と比較して、負荷132の固体差を考慮することができる、定常状態に至ったか否かの判断の精度が向上する。

[0153] 図20は、本開示の一実施形態による負荷の冷却過程の監視方法を概念的に示す。曲線2002は負荷132の冷却曲線である。 $R_{HTR}(t_{n-6})$ 、 $R_{HTR}(t_{n-5})$ 、 $\dots$ 、 $R_{HTR}(t_n)$ は、それぞれ、 $t_{n-6}$ 、 $t_{n-5}$ 、 $\dots$ 、 $t_n$ の時点において計測される負荷132の抵抗値を表す。抵抗値に代えて、負荷132の抵抗に関連する電気的な値を用いてもよい。負荷132について計測されるこれらの値の時間微分値、偏差及び分散は、例えば図20に示す数式を用いて算出することができる。この例では、負荷132の推定される温度が室温+ $\Delta$ に未だ達しなくとも、上記時間微分値、偏差又は分散が所定の条件を満たしたか否かに基づいて、負荷132の抵抗値又は抵抗値に関連する電気的な値が定常状態に至ったか否かが判定される。

[0154] 図21は、図20に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャ

ートである。ステップ2102から2116までの処理は図19のステップ1902から1916までの処理と同様である。

[0155] ステップ2116において、負荷132が所定の定常状態に達していないと判定されると（ステップ2116の「N」）、処理はステップ2118に進む。ステップ2118において、制御部106は、負荷132の抵抗値（又は、抵抗値に関連する電氣的な値）の時間微分値の絶対値が所定の閾値より小さいか否かを判定する。絶対値が閾値以上である場合（ステップ2118の「N」）、処理はステップ2108の前に戻る。絶対値が閾値より小さい場合（ステップ2118の「Y」）、処理はステップ2120に進む。なお、ステップ2118における条件は、さらに、上記時間微分値がゼロ以下であることを含んでもよい。これにより、冷却曲線2002が振動してその傾きがプラスになるときに、定常状態に達したと誤って判断することを避けることができる。ステップ2120から2124の処理はステップ1918から1922の処理と同様である。

[0156] 図22は、図20に関連する本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ2202から2216までの処理は図21のステップ2102から2116までの処理と同様である。

[0157] ステップ2216において、負荷132が所定の定常状態に達していないと判定されると（ステップ2216の「N」）、処理はステップ2218に進む。ステップ2218において、制御部106は、負荷132の抵抗値（又は、抵抗値に関連する電氣的な値）の分散が所定の閾値より小さいか否かを判定する。分散の代わりに偏差が判定に用いられてもよい。分散が閾値以上である場合（ステップ2218の「N」）、処理はステップ2208の前に戻る。分散が閾値より小さい場合（ステップ2218の「Y」）、処理はステップ2220に進む。ステップ2220から2224の処理はステップ2120から2124の処理と同様である。

[0158] 図20、図21及び図22の実施形態によれば、制御部106は、センサ112により検出される値の時間微分値、偏差又は分散に基づき、センサ1

12により検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される。センサ112により検出される値自体を用いる場合と比較して、値の時間変化を考慮するので、定常状態に至ったことを判断し易くなる。

[0159] 以上述べたように、本開示の第1の実施形態によれば、制御部106は、負荷132の温度と電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値とが乖離しないタイミング、又は、冷却過程における負荷132の冷却を妨げない頻度で、冷却過程の監視中、センサ112によって値を検出するよう構成することができる。したがって、専用の温度センサを用いなくても、負荷の冷却過程を高精度に観測することができる。

[0160] また、本開示の第1の実施形態によれば、制御部106は、冷却過程のうち、負荷132の冷却開始時又は冷却開始直後よりも後、かつ負荷132が室温に至るよりも前の、センサ112により検出される値の時系列的な変化に基づき、貯留部116A又はエアロゾル基材116Bにおけるエアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成することができる。一例において、制御部106は、センサ112により検出される値又は該値の時系列的な変化に基づき、センサ112により検出される値が定常状態に至ったかを判断し、センサ112により検出される値が定常状態に至るまでの冷却過程に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成することができる。したがって、専用の温度センサを用いなくても、負荷の冷却過程を高精度に観測することができる。

[0161] 上述の説明において、本開示の第1の実施形態は、エアロゾル生成装置及びエアロゾル生成装置を動作させる方法として説明された。しかし、本開示が、プロセッサにより実行されると当該プロセッサに当該方法を実行させるプログラム、又は当該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体として実施され得ることが理解されよう。

[0162] <第2の実施形態>

負荷132（又は、ヒータ）が冷却するとき、便宜上、負荷132、毛細管効果を利用して貯留部116Aから負荷132へエアロゾル源を運ぶ部材

(例えば、保持部130。以下、「ウィック」と呼ぶ)とウィックが保持するエアロゾル源、大気の間のみで熱交換がなされると仮定すると、ニュートンの冷却の法則を用いて以下の式が成り立つ。

[0163] [数1]

$$-\frac{dQ_{HTR}}{dt} = \alpha_{wick}S_{wick}(T_{HTR} - T_{wick}) + \alpha_{liquid}S_{liquid}(T_{HTR} - T_{liquid}) + \alpha_{air}S_{air}(T_{HTR} - T_{air}) \quad (1)$$

ここで、 $Q_{HTR}$ は、負荷132の熱量である。 $\alpha_{wick}$ 、 $\alpha_{liquid}$ 及び $\alpha_{air}$ は、それぞれ、ウィック、ウィックが保持するエアロゾル源及び大気熱伝達率である。 $S_{wick}$ 、 $S_{liquid}$ 及び $S_{air}$ は、それぞれ、ウィック、ウィックが保持するエアロゾル源及び大気に対する負荷132の表面積である。 $T_{HTR}$ 、 $T_{wick}$ 、 $T_{liquid}$ 及び $T_{air}$ は、それぞれ、負荷132、ウィック、ウィックが保持するエアロゾル源及び大気の温度である。

[0164] また、負荷132の熱量については、以下の式が成り立つ。

[0165] [数2]

$$\frac{dQ_{HTR}}{dt} = C_{HTR} \frac{dT_{HTR}}{dt} \quad (2)$$

ここで、 $C_{HTR}$ は、負荷132の熱容量である。

[0166] 式(1)と式(2)をまとめると、以下の式が成り立つ。

[0167] [数3]

$$\begin{aligned} C_{HTR} \frac{dT_{HTR}}{dt} &= -\alpha_{wick}S_{wick}(T_{HTR} - T_{wick}) - \alpha_{liquid}S_{liquid}(T_{HTR} - T_{liquid}) - \alpha_{air}S_{air}(T_{HTR} - T_{air}) \\ \frac{dT_{HTR}}{dt} &= -\frac{\alpha_{wick}S_{wick}}{C_{HTR}}(T_{HTR} - T_{wick}) - \frac{\alpha_{liquid}S_{liquid}}{C_{HTR}}(T_{HTR} - T_{liquid}) - \frac{\alpha_{air}S_{air}}{C_{HTR}}(T_{HTR} - T_{air}) \quad (3) \end{aligned}$$

[0168] 簡略化のため、以下の式(4)～(6)で緩和時間 $\tau$ を定義する。

[0169]

[数4]

$$\tau_{wick} \equiv \left( \frac{\alpha_{wick} S_{wick}}{C_{HTR}} \right)^{-1} \quad (4)$$

$$\tau_{liquid} \equiv \left( \frac{\alpha_{liquid} S_{liquid}}{C_{HTR}} \right)^{-1} \quad (5)$$

$$\tau_{air} \equiv \left( \frac{\alpha_{air} S_{air}}{C_{HTR}} \right)^{-1} \quad (6)$$

[0170] 式(4)～(6)を用いれば、式(3)は以下のように書き換えられる。

[0171] [数5]

$$\begin{aligned} \frac{dT_{HTR}}{dt} &= -\frac{T_{HTR} - T_{wick}}{\tau_{wick}} - \frac{T_{HTR} - T_{liquid}}{\tau_{liquid}} - \frac{T_{HTR} - T_{air}}{\tau_{air}} \frac{dT_{HTR}}{dt} \\ &= -\left( \frac{1}{\tau_{wick}} + \frac{1}{\tau_{liquid}} + \frac{1}{\tau_{air}} \right) T_{HTR} + \frac{T_{wick}}{\tau_{wick}} + \frac{T_{liquid}}{\tau_{liquid}} + \frac{T_{air}}{\tau_{air}} \quad (7) \end{aligned}$$

[0172] さらに簡略化のため、式(7)を以下のように書き換える。

[0173] [数6]

$$\frac{dT_{HTR}}{dt} = - \sum_i^{coolant} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR} + \sum_i^{coolant} \frac{T_i}{\tau_i} \quad (8)$$

[0174] なお、上記の書き換えにあたっては、以下の式(9)と式(10)で定義される数式を用いた。

[0175] [数7]

$$\sum_i^{coolant} \frac{1}{\tau_i} \equiv \frac{1}{\tau_{wick}} + \frac{1}{\tau_{liquid}} + \frac{1}{\tau_{air}} \quad (9)$$

$$\sum_i^{coolant} \frac{T_i}{\tau_i} \equiv \frac{T_{wick}}{\tau_{wick}} + \frac{T_{liquid}}{\tau_{liquid}} + \frac{T_{air}}{\tau_{air}} \quad (10)$$

[0176] 微分方程式(8)を解くため、以下の式(11)を用いて、新たな変数 $T_1$ を導入する。

[0177]

[数8]

$$T_1 \equiv - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR} + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \quad (11)$$

[0178] 式(11)を用いて、微分方程式(8)を変数変換する。

[0179] [数9]

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left\{ \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} - T_1 \right) \right\} &= - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \cdot \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} - T_1 \right) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \\ \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \left( \frac{d}{dt} \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} - \frac{d}{dt} T_1 \right) &= - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} + T_1 + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \\ \left( \frac{d}{dt} \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} - \frac{d}{dt} T_1 \right) &= \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_1 \quad (12) \end{aligned}$$

[0180] 負荷132の冷却過程で、ウィック、ウィックが保持するエアロゾル源及び大気は、負荷132に対してその熱容量が十分に大きいと仮定すれば、負荷132の冷却過程におけるウィック、ウィックが保持するエアロゾル源及び大気の温度変化は無視できるほどに小さい。従って、微分方程式(12)の左辺第1項は0と見做すことができるため、微分方程式(12)は、以下のように変形できる。

[0181] [数10]

$$-\frac{d}{dt} T_1 \cong \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_1 \quad (13)$$

[0182] 変数分離を用いて、微分方程式(13)を解くと、以下の式を得られる。

[0183]

[数11]

$$\begin{aligned} \frac{1}{T_1} dT_1 &\cong - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot dt \\ \int \frac{1}{T_1} dT_1 &\cong - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \int dt \\ \log T_1 &\cong - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t + C \\ T_1(t) &\cong e^C \cdot \exp\left(- \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t\right) \quad (14) \end{aligned}$$

ここで、Cは、積分定数である。

[0184] 式(11)を時間tの関数をみなし、t=0の時の値を求めると、以下の式を得られる。

[0185] [数12]

$$T_1(0) = - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \quad (15)$$

[0186] ここで、 $T_{HTR}(0)$ は、t=0の時すなわち負荷132の冷却過程開始時における負荷132の温度である。式(15)を、式(14)の境界条件に用いれば、以下の式が成り立つ。

[0187] [数13]

$$e^C = - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \quad (16)$$

[0188] 式(11)と式(16)を用いれば、以下のように式(14)を $T_{HTR}(t)$ について解くことができる。

[0189]

[数14]

$$\begin{aligned}
T_1(t) &\cong \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) \\
&- \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR} + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \cong \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) \\
&- \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR} \cong \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \\
T_{HTR} &\cong - \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) \\
&\quad + \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \quad (17)
\end{aligned}$$

[0190] 本願発明者らは、式(17)を時間微分すれば、負荷132の温度の時間微分(冷却速度)を以下の式で近似できることを発見した。

[0191] [数15]

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dt} T_{HTR} &\cong - \frac{d}{dt} \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) \\
&\quad + \frac{d}{dt} \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \\
\frac{d}{dt} T_{HTR} &\cong - \left( \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \right)^{-1} \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \frac{d}{dt} \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) + 0 \\
\frac{d}{dt} T_{HTR} &\cong \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot T_{HTR}(0) + \sum_i^{\text{coolant}} \frac{T_i}{\tau_i} \right) \cdot \exp \left( - \sum_i^{\text{coolant}} \frac{1}{\tau_i} \cdot t \right) \quad (18)
\end{aligned}$$

[0192] 前述した通り、負荷132の冷却過程におけるウィック、ウィックが保持するエアロゾル源及び大気温度変化は無視できるほどに小さいならば、負荷の温度の時間変化は $T_{HTR}(0)$ によって大きく影響を受ける。すなわち、冷却過程開始時における負荷の温度が高いときほど、負荷の温度は下がりや



すいことがわかる。

[0193] 以上の考察から、本願発明者らは、負荷 132 の冷却速度を用いてエアロゾル源が枯渇したか否かを判定するという技術的思想に想到した。

[0194] 図 23 は、エアロゾル生成装置 100 において負荷 132 への給電を停止した後の負荷 132 の冷却過程を概略的に示すグラフである。横軸は時間を示し、縦軸は負荷の温度を示す。ここでは、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度が 200℃であると仮定し、エアロゾル源が枯渇したときに過熱状態となった負荷 132 が達する温度の一例を 350℃とする。

[0195] 上述のように、負荷 132 の温度が高いときほど、負荷 132 の温度の低下速度は大きい。したがって、図 23 の例においてエアロゾル源の枯渇を検知するためには、領域 2302A 及び 2302B などの、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度を超える温度を含む領域において負荷 132 の温度変化の速度を計測することが望ましい。反対に、領域 2304 のように正常に到達するエアロゾル源の最高温度以下の温度のみ含む領域は、エアロゾル源の枯渇を検知するために負荷 132 の温度変化の速度を計測するには適していない。

[0196] 図 24 は、実際の負荷 132 の冷却速度を示す図である。図 24 の (a) は、エアロゾル源が十分にあるときの冷却速度を示している。図 24 の (b) は、エアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの冷却速度を示している。図 24 の (a) と (b) において、横軸は時間を示しており、縦軸は負荷 132 の電気抵抗値を介して観測した負荷 132 の冷却速度を示している。なお、図 24 の (a) と (b) において、縦軸のスケールは同じである。

[0197] 約 4.8 秒付近で負荷 132 の加熱が停止した後、負荷 132 の冷却過程の観測を、時系列順に領域 2402、領域 2404、領域 2406 に分けると、次のことが言える。

[0198] 領域 2402 では、負荷 132 の加熱が停止した直後のため、負荷 132 の冷却速度は、前述したサージ電流や残留電流などによる外乱の影響を強く

受ける。従って、負荷 132 の電気抵抗値を介して冷却速度を観測する場合、領域 2402 における負荷 132 の冷却速度を、エアロゾル源が枯渇したか否かを判定するために用いることは困難である。なお、専用の温度センサを用いて負荷 132 の冷却速度を観測する場合、このような懸念が生じにくいことは、当業者にとって明らかであろう。

[0199] 領域 2404 では、(a) のエアロゾル源が十分にあるときの冷却速度と、(b) のエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの冷却速度とが、大きく異なっている。これは、前述した負荷の温度の違いが、冷却速度に有意な差をもたらしているためだと考えられる。従って、領域 2404 における負荷 132 の冷却速度は、エアロゾル源が枯渇したか否かを判定するために好適である。

[0200] 領域 2406 では、(a) のエアロゾル源が十分にあるときの冷却速度と、(b) のエアロゾル源が枯渇している（又は、不足している）ときの冷却速度は、殆ど同じである。これは、前述した正常に到達するエアロゾル源の最高温度以下の温度における冷却速度を観測しているためだと考えられる。従って、領域 2406 における負荷 132 の冷却速度は、エアロゾル源が枯渇したか否かを判定するために不適當である。

[0201] 図 25 は、負荷 132 の冷却速度を計測するのに適したタイミングについて説明する図である。図 23 に関連して述べたように、スイッチ Q1 がオフにされて負荷 132 の冷却が開始してからできるだけ早いタイミングで冷却速度を計測することにより、エアロゾル源が枯渇したか否かをより正確に判断することができる。しかし、参照番号 2502 で示すようにスイッチ Q1 をオフにした直後にスイッチ Q2 をオンにすると、サージ電流などの影響により、計測される負荷 132 の温度に関する値が大きく変動する。したがって、冷却速度を正確に計測することが困難である。他方、参照番号 2506 で示すように負荷 132 の温度がエアロゾル源の沸点以下となるタイミングでスイッチ Q2 をオンにして計測を行っても、エアロゾル源が枯渇した場合とエアロゾル源が十分にある場合との間で有意な差が生じにくい。これらの

ことから、本願発明者らは、参照番号2504で示すように、スイッチQ1をオフにしてから所定の時間だけ経過した後（設定された不感帯を過ぎた後）に、エアロゾル源の枯渇が発生するときのみ到達可能な温度域に負荷132の温度が属し得るタイミングで冷却速度を計測することが望ましいとの見解に至った。

[0202] 図26は、本開示の一実施形態による、エアロゾル源の枯渇を検知する処理のフローチャートである。ここでは、制御部106がすべてのステップを実行するものとして説明を行う。しかし、一部のステップがエアロゾル生成装置100の別のコンポーネントによって実行されてもよいことに留意されたい。

[0203] 処理はステップ2602において開始し、制御部106は、エアロゾル生成要求が終わったか否かを判定する。一例として、制御部106は、圧力センサの出力等に基づいて、ユーザによる吸引が終わったか否かを判定してもよい。別の例において、制御部106は、負荷132への給電を行うためにエアロゾル生成装置100に備え付けられているボタンが押されなくなったか否かに基づいて、エアロゾル生成要求が終わったか否かを判定してもよい。また別の例において、制御部106は、負荷132への給電を行うためにエアロゾル生成装置100に備え付けられているボタンの押下などのユーザ・インターフェースに対する操作を検知してから、所定時間が経過したか否かに基づいて、エアロゾル生成要求が終わったか否かを判定してもよい。

[0204] エアロゾル生成要求が続いている場合（ステップ2602の「N」）、処理はステップ2602の前に戻る。エアロゾル生成要求が終わると（ステップ2602の「Y」）、処理はステップ2604に進む。ステップ2604において、制御部106は、スイッチQ1をオフにし、負荷132への給電を停止する。

[0205] 処理はステップ2606に進み、制御部106は、所定時間の間、スイッチQ1及びスイッチQ2の両方をオフにしたまま待機する。すなわち、負荷132の冷却過程の開始時又は開始直後に、冷却過程の監視が行われな

又は監視された冷却過程に基づく枯渇の発生が判断されない不感帯が設けられる。不感帯は、サージ電流が減衰した後の時点であって且つ負荷132の温度がエアロゾル源の沸点以下になるときよりも前である時点まで、設けられてもよい。

- [0206] 処理はステップ2608に進み、制御部106はタイマを起動する。制御部106は、タイマの値を初期値  $t = 0$  に設定してもよい。
- [0207] 処理はステップ2610に進み、制御部106は、スイッチQ2をオンにして、第2回路204を機能させる。処理はステップ2612に進み、制御部106は、センサ112を用いるなどして、時刻  $t_1$  において、負荷132の温度に関連する値を計測する。当該センサ112は、負荷132の温度、電圧、抵抗値などを検知して出力するように構成されてもよい。ここでは、負荷132の電気抵抗値  $R_{HTR}(t_1)$  が計測される。処理はステップ2614に進み、制御部106はスイッチQ2をオフにする。
- [0208] 処理はステップ2616に進み、制御部106は、スイッチQ2を再びオンにして、第2回路204を機能させる。処理はステップ2518に進み、制御部106は、時刻  $t_2$  において、負荷132の温度に関連する値、例えば負荷132の電気抵抗値  $R_{HTR}(t_2)$  を計測する。処理はステップ2620に進み、制御部106はスイッチQ2を再びオフにする。
- [0209] 処理はステップ2622に進み、制御部106は、 $R_{HTR}(t_1)$ 、 $R_{HTR}(t_2)$ 、 $t_1$  及び  $t_2$  の値に基づいて、負荷132の冷却速度を求める。次いで、ステップ2624において、制御部106は、得られた冷却速度を所定の閾値と比較する。冷却速度が閾値よりも小さい場合（ステップ2624の「Y」）、処理はステップ2626に進み、制御部106は、エアロゾル源が枯渇していると判定する。他方、冷却速度が閾値以上である場合（ステップ2624の「N」）、処理はステップ2628に進み、制御部106は、エアロゾル源が十分に残っていると判定する。
- [0210] このように、図26に示す実施形態によれば、制御部106は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷132が昇温した後の冷却過

程における、センサ 1 1 2 の出力値から導出される冷却速度に基づき、貯留部 1 1 6 A 又はエアロゾル基材 1 1 6 B におけるエアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される。冷却速度に基づいてエアロゾル源の枯渇が発生しているか否かが検知され、エアロゾル源の枯渇が発生しているか否かを迅速かつ高精度に判断することができる。なお、ステップ 2 6 1 4 とステップ 2 6 1 6 を省略し、ステップ 2 6 1 0 でオンにしたスイッチ Q 2 は、ステップ 2 6 2 0 までオンにされ続けてもよい。

[0211] また、上述の実施形態によれば、制御部 1 0 6 は、冷却過程のうち、エアロゾル源の枯渇が発生するときの冷却速度と該枯渇が発生しないときの冷却速度との間の差が閾値以上である時間帯（例えば、図 2 3 における領域 2 3 0 2 A 又は 2 3 0 2 B に対応する時間帯）における冷却速度に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成される。あるいは、制御部 1 0 6 は、冷却過程のうち、枯渇が発生する時のみ到達可能な温度域に負荷 1 3 2 の温度が属する時間帯（例えば、領域 2 3 0 2 A に対応する時間帯）における冷却速度に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。冷却速度に有意差がある区間において導出された冷却速度に基づいて、エアロゾル源の枯渇が発生しているか否かが判断される。したがって、枯渇が発生しているか否かの判断をより高精度に行うことができる。

[0212] また、上述の実施形態によれば、制御部 1 0 6 は、センサ 1 1 2 の複数の出力値から冷却速度を導出し、センサ 1 1 2 の複数の出力値のうち少なくとも時間軸で最先の値を、冷却過程のうち、枯渇が発生する時のみ到達可能な温度域に負荷 1 3 2 の温度が属する時間帯において取得するよう構成されてもよい。あるいは、制御部 1 0 6 は、センサ 1 1 2 の複数の出力値を、冷却過程のうち、枯渇が発生する時のみ到達可能な温度域に負荷 1 3 2 の温度が属する時間帯で取得するよう構成されてもよい。これらの構成によれば、測定期間の始点さえ有意差がある領域に属すればよいので、不感帯の設定を厳格に行わずに済み、さらに、制御周期が極端に早い高性能なマイコンを制御部 1 0 6 として用いることが不要となる。

- [0213] 本開示の第1の実施形態に関連して既に述べたように、負荷132は、温度に応じて電気抵抗値が変化してもよい。センサ112は、負荷132の温度に関連する値として、電気抵抗値に関する値を出力してもよい。この場合、負荷132の抵抗値から温度が導出されるので、高価な専用の温度センサが不要となる。また、制御部106は、冷却過程の開始時又は開始直後に、電気抵抗値に関する値がセンサ112によって取得されないか若しくは冷却速度が導出されない不感帯を設けるように構成されてもよい。あるいは、制御部106は、センサ112の出力値の時系列的な変化が平滑化されるように補正された、冷却過程の開始時又は開始直後のセンサ112の出力値に基づき冷却速度を導出するよう構成されてもよい。この構成によれば、冷却開始時又は冷却開始直後の抵抗値が用いられないので、センサ112の出力値の揺らぎを観測しにくくなり、冷却過程の観測精度が向上する。
- [0214] 一例において、制御部106は、冷却過程の前に電源110から負荷132へ給電される電力が段階的に減少又は漸減するように、電源110から負荷132への給電を制御するよう構成されてもよい。これにより、エアロゾル生成段階の終期において、回路を流れる電流を小さくすることができる。したがって、前述したサージ電流や残留電流などによって出力値が揺らぐ期間を短くできるので、冷却速度により顕著な有意差が生じる区間を観測することが可能となる。
- [0215] 一例において、上述の不感帯は、給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるまで続くように設けられてもよい。これにより、不感帯は、サージ電流又は残留電流が消滅するまで又は無視できるほどの大きさになるまでの時間より長くなる。したがって、冷却過程は、残留電流又はサージ電流がセンサの出力値に重畳された状態において観測されないので、観測精度が向上する。
- [0216] 一例において、不感帯は、枯渇が発生していない場合に冷却過程が完了する長さより短くてもよい。これにより、不感帯が、エアロゾル源が十分にあるときの冷却時間より短くなる。したがって、過剰に長時間の不感帯を必要

としないので、冷却過程の観測が妨げられることを抑制できる。

[0217] 一例において、給電の終了からセンサ112による電気抵抗値に関する値の取得の開始までの時間と、センサ112が電気抵抗値に関する値を取得する周期とのうち少なくとも一方は、制御部106が達成可能な最小値より大きくてもよい。これにより、抵抗値を介して負荷132の冷却過程を観測する際には、観測タイミング又は観測の頻度が意図的に低下させられる。したがって、専用の温度センサを用いなくても、負荷の冷却過程を高精度に観測することができる。

[0218] 図27は、本開示の一実施形態による、エアロゾル源の枯渇を検知する処理のフローチャートである。ステップ2702及び2704の処理は図26のステップ2602及び2604の処理と同様である。

[0219] 処理はステップ2706に進み、制御部106は、スイッチQ2をオンにする。スイッチQ2は、スイッチQ1がオフにされた直後にオンにされてもよい。次いでステップ2708において、制御部106は、スイッチQ2をオフにする。スイッチQ1がオンであるときに負荷132を流れる電流と比較して、スイッチQ2がオンである時に負荷132を流れる電流は小さい。したがって、ステップ2706及び2708におけるスイッチQ2のオン及びオフの後に生じるサージ電流は、図25において参照番号2502で示した例において生じるサージ電流よりも小さくなる。なお、ステップ2704から2708は、ステップ2702よりも先に行ってもよい。これにより、冷却過程を開始直後から観測できる。

[0220] ステップ2710から2732の処理はステップ2606から2628の処理と同様である。

[0221] 本開示の第2の実施形態によるエアロゾル生成装置は、一例において、図2に示す回路200を備えてもよい。回路200は、電源110と負荷132の間に直列接続され、第1開閉器（スイッチ）Q1を有する第1回路202と、電源110と負荷132の間に直列接続され、第1回路202と並列に接続され、第2開閉器Q2を有し、第1回路202より電気抵抗値が大き

い第2回路204と、を含んでもよい。制御部106は、第1開閉器Q1と第2開閉器Q2を制御し、第1開閉器Q1と第2開閉器Q2のうち、第2開閉器Q2のみをオンしている間のセンサの出力値に基づき、冷却速度を導出するよう構成されてもよい。この構成は、専用の高抵抗の抵抗値計測用回路を有する。したがって、抵抗値の計測時に負荷の冷却過程に及ぼす影響を小さくすることができる。図27に関連して述べたように、制御部106は、冷却過程の直前に第2開閉器Q2をオンするよう構成されてもよい。これにより、第1開閉器Q1と第2開閉器Q2が交互にオンにされる。したがって、冷却過程開始時におけるサージ電流と残留電流を緩和することができる。

[0222] 図28は、本開示の一実施形態による、エアロゾル生成装置が備える回路を概略的に示す。回路2800は、第2回路204を備えていない点で図2の回路200と相違する。図28の例において、エアロゾル生成装置は、負荷132の温度を検知して出力する温度センサ112Eを備えてもよい。この場合、例えば、制御部106は、図26におけるステップ2606から2622の処理を行わずに、時点t1及びt2における負荷132の温度を温度センサ112Eによって直接的に測定し、測定された温度に基づいて冷却速度を求めてもよい。

[0223] さらに別の例において、エアロゾル生成装置は、図28に示す回路2800と同様の構成の回路を備えてもよく、温度センサ112Eではなく、図2に示されるような、負荷132の両端の電圧値を検知する電圧センサ112Bを備えてもよい。この場合、エアロゾル生成装置はスイッチQ2を備えない。制御部106は、図26の処理と同様の処理を実行してもよい。但し、この場合、制御部106は、ステップ2606の代わりに、所定時間、スイッチQ1をオフにして待機する。制御部106はまた、ステップ2610及び2616の代わりにスイッチQ1をオンにし、ステップ2614及び2620の代わりにスイッチQ1をオフにする。

[0224] 上述の説明において、本開示の第2の実施形態は、エアロゾル生成装置及びエアロゾル生成装置を動作させる方法として説明された。しかし、本開示



が、プロセッサにより実行されると当該プロセッサに当該方法を実行させるプログラム、又は当該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体として実施され得ることが理解されよう。

[0225] <第3の実施形態>

貯留部116A又はエアロゾル基材116B内のエアロゾル源が枯渇しているときにエアロゾル生成要求が行われると、ヒータ（負荷132）は大気中に暴露された状態で加熱される。したがって、負荷132を構成する材料によっては、負荷132が化学変化を起こし、その物性が変化し得る。一例において、酸化などの現象によって負荷132の表面に保護膜が形成され、その結果、負荷132の電気抵抗値が変化し得る。本願発明者らは、このような現象を利用してエアロゾル生成装置におけるエアロゾル源の枯渇の発生を検知するという技術的思想に想到した。以下、本実施形態について具体的に説明する。

[0226] 図29は、本開示の一実施形態によるエアロゾル源の枯渇の発生を判断する手法を概念的に示す。グラフの横軸は時間を示し、縦軸は負荷132の電気抵抗値を示す。負荷132の電気抵抗値は、本実施形態において用いられる負荷132の物性に関連する値の一例にすぎない。エアロゾル源の枯渇に起因して変化し得る負荷132の様々な物性に関連する値を本実施形態において用いることができることが当業者に理解されよう。

[0227]  $R_{HTR}(t_0)$  は、負荷132への給電が行われる前の時刻  $t_0$  における、室温（ここでは、 $25^{\circ}\text{C}$ ）（又は、定常状態）での負荷132の抵抗値を示す。スイッチQ2をオンにして第2回路204を機能させることにより、 $R_{HTR}(t_0)$  を計測することができる。

[0228] この例では、時刻  $t_1$  においてエアロゾル生成要求が行われる。当該要求に応じて、スイッチQ1がオンにされ、負荷132への給電が開始される。第1の実施形態及び第2の実施形態に関連して述べたように、負荷132にPTCヒータを用いるならば、負荷132の温度が上がるにつれて、負荷132の抵抗値  $R_{HTR}$  は大きくなる。図29における曲線2902は、エアロゾル

源が十分にあるときの負荷 132 の抵抗値の変化を示す。曲線 2904 は、エアロゾル源が枯渇しているときの負荷 132 の抵抗値の変化を示す。

[0229] エアロゾル源が十分にある場合、曲線 2902 で示されるように、負荷 132 の温度が正常時に到達するエアロゾル源の最高温度（ここでは、200℃）に達すると、負荷 132 の抵抗値は上昇しなくなる。そして、時刻  $t_2$  においてエアロゾル生成要求が終了し、スイッチ Q1 がオフにされると、負荷 132 の温度が低下し、負荷 132 の抵抗値は下降する。負荷 132 の温度が室温（又は、定常状態）に達すると、抵抗値は負荷 132 の加熱前の値  $R_{HTR}(t_0)$  に戻る。

[0230] エアロゾル源が枯渇している場合、曲線 2904 で示されるように、負荷 132 の温度は、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度を超え、エアロゾル源の枯渇が発生するときのみ到達可能な温度（例えば、350℃）へとさらに上昇する。この際、負荷 132 の材料によっては、負荷 132 の物性が変化し得る。例えば負荷 132 の表面に保護膜が形成されることもある。この例では、時刻  $t_2$  における負荷 132 の温度は 350℃以上にまで達している。スイッチ Q1 がオフにされると、負荷 132 の温度が低下し、それに伴って負荷 132 の抵抗値も減少する。しかし、図 29 に示されるように、負荷 132 の温度が室温（又は、定常状態）に戻っても、上述した物性の変化の影響により、負荷 132 の抵抗値は加熱前の値には戻らず、当該値よりも大きくなる。本実施形態では、時刻  $t_3$  における負荷 132 の抵抗値  $R_{HTR}(t_3)$  と元の抵抗値  $R_{HTR}(t_0)$  との間の差分  $\Delta R$  が所定の閾値以上になるか否かに基づいて、エアロゾル源が枯渇しているか否かが判定される。ここで、 $t_3 - t_2$  は、エアロゾル源が十分にあるときに負荷 132 が室温（又は、定常状態）に戻るのに要する時間  $\Delta t_{cooling}$  以上になるように設定されてもよい。

[0231] 図 30 は、図 29 に関連する、本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ここでは、制御部 106 がすべてのステップを実行するものとして説明を行う。しかし、一部のステップがエアロゾル生成装置 100 の

別のコンポーネントによって実行されてもよいことに留意されたい。

- [0232] 処理はステップ3002において開始し、制御部106は、ヒータ（負荷）の接続を検知したか否かを判定する。例えば、制御部106は、カートリッジ104Aが本体102に接続されたことを検知したとき、ヒータの接続を検知したと判定する。
- [0233] ヒータの接続が検知されない場合（ステップ3002の「N」）、処理はステップ3002の前に戻る。ヒータの接続が検知された場合（ステップ3002の「Y」）、処理はステップ3004に進む。ステップ3004において、制御部106は、スイッチQ2をオンにして、第2回路204を機能させる。スイッチQ2をオンにするタイミングは、図28における時刻 $t_0$ からエアロゾル生成が開始される時刻 $t_1$ までのいずれかの時点とすることができる。スイッチQ2をオンにするタイミングは、後述するステップ3010においてエアロゾル生成要求があると判定した時点でもよい。
- [0234] 処理はステップ3006に進み、制御部106は、負荷132の物性に関連する値を計測する。例えば、制御部106は、電圧センサを用いて負荷132の両端に印加される電圧を測定し、当該電圧に基づいて負荷132の電気抵抗値を計測してもよい。図30の例では、このようにして負荷132の抵抗値 $R_{HTR}(t_0)$ が計測されるものとして以下説明する。処理はステップ3008に進み、制御部106はスイッチQ2をオフにする。
- [0235] 処理はステップ3010に進み、制御部106は、エアロゾル生成要求があるか否かを判定する。一例として、制御部106は、圧力センサの出力等に基づいて、ユーザによる吸引が開始されたか否かを判定してもよい。別の例において、制御部106は、負荷132への給電を行うためにエアロゾル生成装置100に備え付けられているボタンが押されたか否かを判定してもよい。エアロゾル生成要求がない場合（ステップ3010の「N」）、処理はステップ3010の前に戻る。エアロゾル生成要求があった場合（ステップ3010の「Y」）、処理はステップ3012に進む。ステップ3012において、制御部106は、スイッチQ1をオンにして負荷132への給電

を開始する。

- [0236] ステップ3014から3020までの処理は図4のステップ402から408までの処理と同様である。
- [0237] 処理はステップ3022に進み、制御部106は、タイマの値 $t$ が図29に示す $\Delta t_{cooling}$ 以上であるか否かを判定する。条件が満たされない場合（ステップ3022の「N」）、処理はステップ3020の前に戻る。条件が満たされる場合（ステップ3022の「Y」）、処理はステップ3024に進む。
- [0238] ステップ3024において、制御部106は、スイッチQ2をオンにして、第2回路204を機能させる。次いでステップ3026において、制御部106は、負荷132の抵抗値 $R_{HTR}(t_3)$ （図29を参照）を計測する。次いで、ステップ3028において、制御部106はスイッチQ2をオフにする。
- [0239] 処理はステップ3030に進み、制御部106は、 $R_{HTR}(t_3)$ と $R_{HTR}(t_0)$ との差分が所定の閾値以上であるかどうかを判定する。差分が閾値以上である場合（ステップ3030の「Y」）、処理はステップ3032に進み、制御部106は、エアロゾル源が枯渇していると判定する。他方、差分が閾値未満である場合（ステップ3030の「N」）、処理はステップ3034に進み、制御部106は、エアロゾル源が十分に残っていると判定する。
- [0240] 図31は、負荷132（ヒータ）の製造に用いることができる様々な金属の酸化還元電位及び酸化被膜の形成され易さを示す表3100を示す。酸化還元電位が小さいほど酸化被膜が形成され易く、酸化還元電位が大きいほど酸化被膜が形成されにくい。表3100においては、Alが酸化被膜が最も形成され易く、Auが酸化被膜が最も形成されにくい。本実施形態においては、エアロゾル源の枯渇が発生するときのみ到達可能な温度において負荷132の物性が変化する現象が、エアロゾル源の枯渇の発生の検知に利用される。したがって、表3100に示される金属のうち、酸化被膜が形成され

得るAl、Ti、Zr、Ta、Zn、Cr、Fe、Ni、Pb及びCuが、負荷132の製造に適している。したがって、負荷132は、銅の酸化還元電位以下の酸化還元電位を持つ金属を含んでもよい。一例として、上記の金属のほか、負荷132はNiCrを含んでもよい。また、酸化が妨げられないよう、負荷132は、その表面に不動態被膜を有さないように構成されてもよい。換言すれば、表面に不動態被膜が形成されるステンレスなどは、負荷132の製造に適していないと言える。

[0241] 図32は、本開示の一実施形態によるエアロゾル源の枯渇の発生を判断する手法を概念的に示す。 $R_{HTR}(t_1)$ は、スイッチQ1がオンにされて負荷132への給電が開始されたときの時刻 $t_1$ における、室温（ここでは、25℃）（又は、定常状態）での負荷132の抵抗値を示す。曲線3202は、エアロゾル源が十分にあるときの負荷132の抵抗値の変化を示す。曲線3204は、エアロゾル源が枯渇しているときの負荷132の抵抗値の変化を示す。

[0242] 図29の例と同様に、エアロゾル源が十分にある場合、曲線3202で示されるように、負荷132の温度が正常時に到達するエアロゾル源の最高温度（ここでは、200℃）に達すると、負荷132の抵抗値は上昇しなくなる。時刻 $t_2$ においてエアロゾル生成要求が終了し、スイッチQ1がオフにされると、負荷132の温度が低下し、負荷132の抵抗値は下降する。負荷132の温度が室温（又は、定常状態）に達したときの抵抗値 $R_{HTR}(t_3)$ は、加熱前の値 $R_{HTR}(t_1)$ と略等しい。

[0243] 図29の例と同様に、エアロゾル源が枯渇している場合、曲線3204で示されるように、負荷132の温度は、正常時に到達するエアロゾル源の最高温度を超え、エアロゾル源の枯渇が発生するときのみ到達可能な温度へとさらに上昇する。このとき、負荷132の材料によっては、負荷132の物性が変化し得る。スイッチQ1がオフにされると、負荷132の温度が低下し、それに伴って負荷132の抵抗値も減少する。しかし、負荷132の温度が室温（又は、定常状態）に戻っても、物性の変化の影響により、負荷1

32の抵抗値 $R_{HTR}(t_3)$ は加熱前の値 $R_{HTR}(t_1)$ よりも大きくなる。

[0244] 図33は、図32に関連する、本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ3302から3316の処理は図30のステップ3014から3028の処理と同様である。

[0245] 処理はステップ3318に進み、制御部106は、定常状態に戻ったときの負荷132の抵抗値が所定の閾値 $R_{thre}$ 以上であるか否かを判定する。当該閾値 $R_{thre}$ は、エアロゾル源が十分にある場合における定常状態の抵抗値と、過熱により負荷132の物性が変化した場合の負荷132の抵抗値について予め分かっている増加量との合計値である。換言すれば、当該閾値 $R_{thre}$ は、過熱により負荷132の物性が変化した場合の負荷132の抵抗値である。閾値 $R_{thre}$ は、予めメモリ114に記憶されていてもよい。ステップ3318において、上記の処理に代えて、制御部106は、図32における時刻 $t_1$ においても抵抗値を計測し、時刻 $t_3$ において計測された抵抗値と時刻 $t_1$ において計測された抵抗値との間の差分が所定の閾値以上であるか否かを判定してもよい。当該所定の閾値は予めメモリに記憶されていてもよい。ステップ3320及び3322の処理はステップ3032及び3034の処理と同様である。

[0246] 図29及び図30の実施形態又は図32及び図33の実施形態において、負荷132の冷却中に、負荷132の温度が室温又は定常状態にまで低下する前にエアロゾル生成要求が再度生じると、負荷132の温度及び抵抗値は再び上昇する。この場合、エアロゾル源が枯渇しているか否かを図30又は図33の処理によって正確に判断することが困難になる。この問題の解決策として、制御部106は、負荷132の抵抗値が定常状態に戻るまで、負荷132によるエアロゾル源の霧化を禁止してもよい。一例として、制御部106は、図29及び図32に示す $\Delta t_{cooling}$ の間にエアロゾル生成要求が生じても、当該要求に応じなくてもよい。

[0247] 図34は、本開示の一実施形態によるエアロゾル源の枯渇の発生を判断する手法を概念的に示す。図32の場合とは異なり、この例では、時刻 $t_3$ より

も前の時刻  $t_4$  の時点で負荷 132 の抵抗値を計測し、エアロゾル源が枯渇しているか否かを判断する。時刻  $t_4$  は、エアロゾル源が枯渇している場合に、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷 132 が昇温した後、負荷 132 の温度が定常状態にまで下がる時点よりも前の時点である。

[0248] 図 35 は、図 32 に関連する、本開示の一実施形態による処理のフローチャートである。ステップ 3502 から 3508 の処理は、図 33 のステップ 3302 から 3308 の処理と同様である。

[0249] 処理はステップ 3510 に進み、制御部 106 は、タイマの値  $t$  が図 34 に示す代替的な冷却時間以上になったか否かを判定する。条件が満たされない場合（ステップ 3510 の「N」）、処理はステップ 3508 の前に戻る。条件が満たされる場合（ステップ 3510 の「Y」）、処理はステップ 3512 に進む。ステップ 3512 ~ 3516 の処理は、図 33 のステップ 3312 から 3316 の処理と同様である。

[0250] 処理はステップ 3518 に進み、制御部 106 は、ステップ 3514 で計測された負荷 132 の抵抗値  $R_{HTR}(t_4)$  が所定の値以上であるか否かを判定する。所定の値は、一例として  $R'_{HTR}(t_3) + (R'_{HTR}(t_3) - R_{HTR}(t_1)) - \Delta$ （図 34 を参照）であってもよい。これは、センサ 112 による負荷 132 の抵抗値の分解能が、 $R'_{HTR}(t_3) - R_{HTR}(t_1)$  よりも小さければならない点と、補正項としての  $\Delta$  を考慮したものである。すなわち、定常状態に至る前の負荷 132 の抵抗値と、枯渇が発生した場合の定常状態における負荷 132 の抵抗値に既定値を加えた値とが比較される。後者の値は予めメモリ 114 に記憶されていてもよい。あるいは、定常状態に至る前の負荷 132 の抵抗値から既定値を減じた値と、枯渇が発生した場合の定常状態における負荷 132 の抵抗値とが比較されてもよい。

[0251] 条件が満たされる場合（ステップ 3518 の「Y」）、処理はステップ 3520 に進み、制御部 106 は、エアロゾル源が枯渇していると判定する。条件が満たされない場合（ステップ 3518 の「N」）、処理はステップ 3522 に進み、制御部 106 は、エアロゾル源が十分に残っていると判定す

る。

[0252] 以上述べたように、本開示の第3の実施形態によるエアロゾル生成装置は、貯留部116A又はエアロゾル基材116Bにおけるエアロゾル源の枯渇が発生する時のみ到達可能な温度で加熱されると物性が変化する負荷132を備える。負荷132の物性に関連する値がセンサ112によって出力される。制御部106は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷132が昇温した後のセンサ112の出力値に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。これにより、エアロゾル源の枯渇に伴う負荷132の物性の変化に基づき、エアロゾル源の枯渇が検知される。したがって、エアロゾル源の枯渇の発生を高精度に検知することができる。

[0253] また、上述のように、制御部106は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷132が昇温した後の定常状態におけるセンサ112の出力値に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。これにより、定常状態における負荷132の物性に基づいてエアロゾル源の枯渇が検知される。したがって、誤った検知がなされる可能性が低減される。

[0254] また、上述のように、制御部106は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷132を昇温させる前後におけるセンサ112の出力値の変化量に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。これにより、負荷132への給電の前後の負荷132の物性の変化量に基づいて、エアロゾル源の枯渇が検知される。したがって、給電終了後の物性を閾値と比較する場合と比べて、負荷の固体差による影響を受けにくくなる。

[0255] また、上述のように、制御部106は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷132を昇温させる前後の定常状態におけるセンサ112の出力値の差に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。これにより、給電前後の定常状態における物性の変化量に基づいてエアロゾル源の枯渇が検知される。したがって、給電後の物性を閾値と比較する場合と比べて、負荷132の固体差による影響を受けにくくなる。

[0256] また、上述のように、制御部106は、エアロゾル源を霧化することがで



きる温度以上まで負荷 1 3 2 が昇温した後、センサ 1 1 2 の出力値が定常状態に至るまで、負荷 1 3 2 によるエアロゾル源の霧化を禁止するよう構成されてもよい。これにより、定常状態に至るまでのインターバルが規定される。したがって、エアロゾル源の枯渇を判定する頻度を増加することができる。

[0257] また、上述のように、制御部 1 0 6 は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷 1 3 2 が昇温した後の冷却過程において、定常状態に至る前のセンサ 1 1 2 の出力値と、枯渇が発生した場合の定常状態における負荷 1 3 2 の物性に関連する値に既定値を加えた値との比較に基づき、枯渇の発生を判断するように構成されてもよい。あるいは、制御部 1 0 6 は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷 1 3 2 が昇温した後の冷却過程において、定常状態に至る前のセンサ 1 1 2 の出力値に既定値を減じた値と、枯渇が発生した場合の定常状態における負荷 1 3 2 の物性に関連する値との比較に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。これにより、定常状態に至る時点よりも前の時点で負荷 1 3 2 の物性が測定される。したがって、エアロゾル源の枯渇が生じたことを、より早期に特定することが可能となる。

[0258] また、上述のように、センサは、負荷 1 3 2 の物性に関連する値として、負荷 1 3 2 の電気抵抗値に関する値を出力してもよい。これにより、負荷の抵抗値から温度が導出される。したがって、高価な専用の温度センサが不要となる。

[0259] また、上述のように、制御部 1 0 6 は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷 1 3 2 が昇温した後のセンサ 1 1 2 の出力値と、負荷 1 3 2 の表面に保護膜（例えば、酸化被膜）が形成された場合の負荷 1 3 2 の抵抗値に関連する値との比較に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。また、上述のように、制御部 1 0 6 は、エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで負荷 1 3 2 を昇温させる前後におけるセンサ 1 1 2 の出力値の変化量と、負荷 1 3 2 の表面における保護膜の形成による負

荷 1 3 2 の抵抗値に関連する値の変化量との比較に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。これらの場合、保護膜部分に相当する値が閾値となる。当該閾値は予めメモリ 1 1 4 に記憶されていてもよい。したがって、保護膜の形成による抵抗値の変化、すなわちエアロゾル源の枯渇の発生を適切に検知できる。

[0260] 本開示の第 3 の実施形態によるエアロゾル生成装置は、一例において、図 2 に示す回路 2 0 0 を備えてもよい。回路 2 0 0 は、電源 1 1 0 と負荷 1 3 2 の間に直列接続され、第 1 開閉器（スイッチ）Q 1 を有する第 1 回路 2 0 2 と、電源 1 1 0 と負荷 1 3 2 の間に直列接続され、第 1 回路 2 0 2 と並列に接続され、第 2 開閉器 Q 2 を有し、第 1 回路 2 0 2 より電気抵抗値が大きい第 2 回路 2 0 4 と、を含んでもよい。制御部 1 0 6 は、第 1 開閉器 Q 1 と第 2 開閉器 Q 2 を制御し、第 1 開閉器 Q 1 と第 2 開閉器 Q 2 のうち、第 2 開閉器 Q 2 のみをオンしている間のセンサの出力値に基づき、枯渇の発生を判断するよう構成されてもよい。この構成は、専用の高抵抗の抵抗値計測用回路を有する。したがって、抵抗値の計測時に負荷の冷却過程に及ぼす影響を小さくすることができる。

[0261] 上述の説明において、本開示の第 3 の実施形態は、エアロゾル生成装置及びエアロゾル生成装置を動作させる方法として説明された。しかし、本開示が、プロセッサにより実行されると当該プロセッサに当該方法を実行させるプログラム、又は当該プログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体として実施され得ることが理解されよう。

[0262] 以上、本開示の実施形態が説明されたが、これらが例示にすぎず、本開示の範囲を限定するものではないことが理解されるべきである。本開示の趣旨及び範囲から逸脱することなく、実施形態の変更、追加、改良などを適宜行うことができることが理解されるべきである。本開示の範囲は、上述した実施形態のいずれによっても限定されるべきではなく、特許請求の範囲及びその均等物によってのみ規定されるべきである。

## 符号の説明

[0263] 100A、100B…エアロゾル生成装置、102…本体、104A…カートリッジ、104B…エアロゾル発生物品、106…制御部、108…通知部、110…電源、112…センサ、114…メモリ、116A…貯留部、116B…エアロゾル基材、118A、118B…霧化部、120…空気取込流路、121…エアロゾル流路、122…吸口部、130…保持部、132…負荷、134…回路、200…回路、202…第1回路、204…第2回路、208…変換部、212…シャント抵抗

## 請求の範囲

- [請求項1] エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、  
電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗の値が変化する負荷と、  
前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するセンサと、  
前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の前記負荷の冷却過程を、前記センサにより検出される値の時系列的な変化と前記負荷の温度の低下が相関関係を保持する態様で、監視するよう構成される制御部と、を含む、  
エアロゾル生成装置。
- [請求項2] 前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御するよう構成され、  
前記給電の終了から前記冷却過程の監視の開始までの時間と、前記冷却過程の監視中に前記センサが前記電気抵抗の値又は前記電気抵抗に関連する電氣的な値を検出する周期とのうち少なくとも一方は、前記制御部が達成可能な最小値より大きい、  
請求項1に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項3] 前記制御部は、前記冷却過程に基づき、前記貯留部又は前記エアロゾル基材における前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される、  
請求項1又は2に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項4] 前記制御部は、前記冷却過程の開始時又は開始直後に、前記冷却過程の監視が行われない又は監視された前記冷却過程に基づく前記枯渇の発生が判断されない不感帯を設けるよう構成される、  
請求項3に記載のエアロゾル生成装置。

- [請求項5] 前記制御部は、エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御するよう構成され、  
前記不感帯は、前記給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるまで設けられる、  
請求項4に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項6] 前記不感帯の時間の長さは、前記エアロゾル源の枯渇が発生しない場合に前記冷却過程が完了するまでの時間の長さより短い、  
請求項4又は5に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項7] 前記制御部は、  
エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御し、  
前記給電の終了時に生じる残留電流とサージ電流のうち少なくとも一方の電流値が閾値以下になるのに必要な時間より長い周期で、前記冷却過程の監視中に前記センサによって前記電気抵抗値に関連する値を検出する  
よう構成される、  
請求項1から3のいずれか1項に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項8] 前記制御部は、前記冷却過程の監視中に前記センサによって前記電気抵抗の値又は前記電気抵抗に関連する電気的な値を検出する周期を段階的に短くするよう構成される、  
請求項1から3のいずれか1項に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項9] 前記制御部は、前記センサによって検出される値に対応する前記負荷の温度が低いほど、前記冷却過程の監視中に前記センサによって前記電気抵抗の値又は前記電気抵抗に関連する電気的な値を検出する周期を短くするよう構成される、  
請求項1から3のいずれか1項に記載のエアロゾル生成装置。
- [請求項10] 前記制御部は、  
前記冷却過程の開始時又は開始直後に前記センサによって検出さ

れる値を、前記センサにより検出される値の時系列的な変化を平滑化することによって補正し、

前記補正された前記値に基づき、前記冷却過程を監視するよう構成される、

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項11] 前記制御部は、平均化処理とローパスフィルタのうち少なくとも一方を用いて、前記センサによって検出される値を補正するよう構成される、

請求項 10 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項12] 前記制御部は、前記センサにより検出される値が定常状態になるまでの前記冷却過程に基づき、前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される、

請求項 3 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項13] 前記制御部は、

エアロゾル生成に対する要求に基づき、前記電源から前記負荷への給電を制御し、

前記給電を実行する前に前記センサにより検出される値と、前記冷却過程において前記センサにより検出される値との比較に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される、

請求項 12 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項14] 前記制御部は、室温より既定値だけ高い温度に対応する前記センサにより検出される値と前記冷却過程において前記センサにより検出される値との比較に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される、

請求項 12 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項15] 前記既定値は、前記センサの誤差に起因する、前記センサにより検出される値から得られる前記負荷の温度の誤差より大きい、

請求項 1 4 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項16] 前記制御部は、前記センサにより検出される値の時間微分値に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される、

請求項 1 2 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項17] 前記制御部は、前記センサにより検出される値の偏差又は分散に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断するよう構成される、

請求項 1 2 に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項18] エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、  
温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、

前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するステップと、

前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を、前記センサにより検出される値の時系列的な変化と前記負荷の温度の低下が相関関係を保持する態様で、監視するステップと

を含む、方法。

[請求項19] エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、

電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷と、

前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するセンサと、

前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するよう構成される制御部と、

を含み、

前記制御部は、前記負荷の温度と電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値とが乖離しないタイミング、又は、前記冷却過程における前記負荷の冷却を妨げない頻度で、前記冷却過程の監視中、前記センサによって前記値を検出するよう構成される、

エアロゾル生成装置。

[請求項20]

エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、

温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、

前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するステップと、

前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するステップと

を含み、

前記負荷の温度と電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値とが乖離しないタイミング、又は、前記冷却過程における前記負荷の冷却を妨げない頻度で、前記冷却過程の監視中、前記値が検出される、方法。

[請求項21]

エアロゾル源を貯留する貯留部又は前記エアロゾル源を保持するエアロゾル基材と、

前記電源からの給電による発熱で前記エアロゾル源を霧化し、且つ温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷と、

前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電氣的な値を検出するセンサと、

前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するよう構成される制御部と、



を含み、

前記制御部は、前記冷却過程のうち、前記負荷の冷却開始時又は冷却開始直後よりも後、かつ前記負荷が室温に至るよりも前の、前記センサにより検出される値の時系列的な変化に基づき、前記貯留部における前記エアロゾル源の枯渇の発生を判断するよう構成される、  
エアロゾル生成装置。

[請求項22]

前記制御部は、

前記センサにより検出される値又は該値の時系列的な変化に基づき、前記センサにより検出される値が定常状態に至ったかを判断し、  
前記センサにより検出される値が定常状態に至るまでの前記冷却過程に基づき、前記枯渇の発生を判断するよう構成される、  
請求項21に記載のエアロゾル生成装置。

[請求項23]

エアロゾル生成装置を動作させる方法であって、

温度に応じて電気抵抗値が変化する負荷への給電による発熱によってエアロゾル源を霧化するステップと、

前記負荷の電気抵抗の値又は電気抵抗に関連する電気的な値を検出するステップと、

前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源を霧化することができる温度以上まで前記負荷が昇温した後の冷却過程を監視するステップと

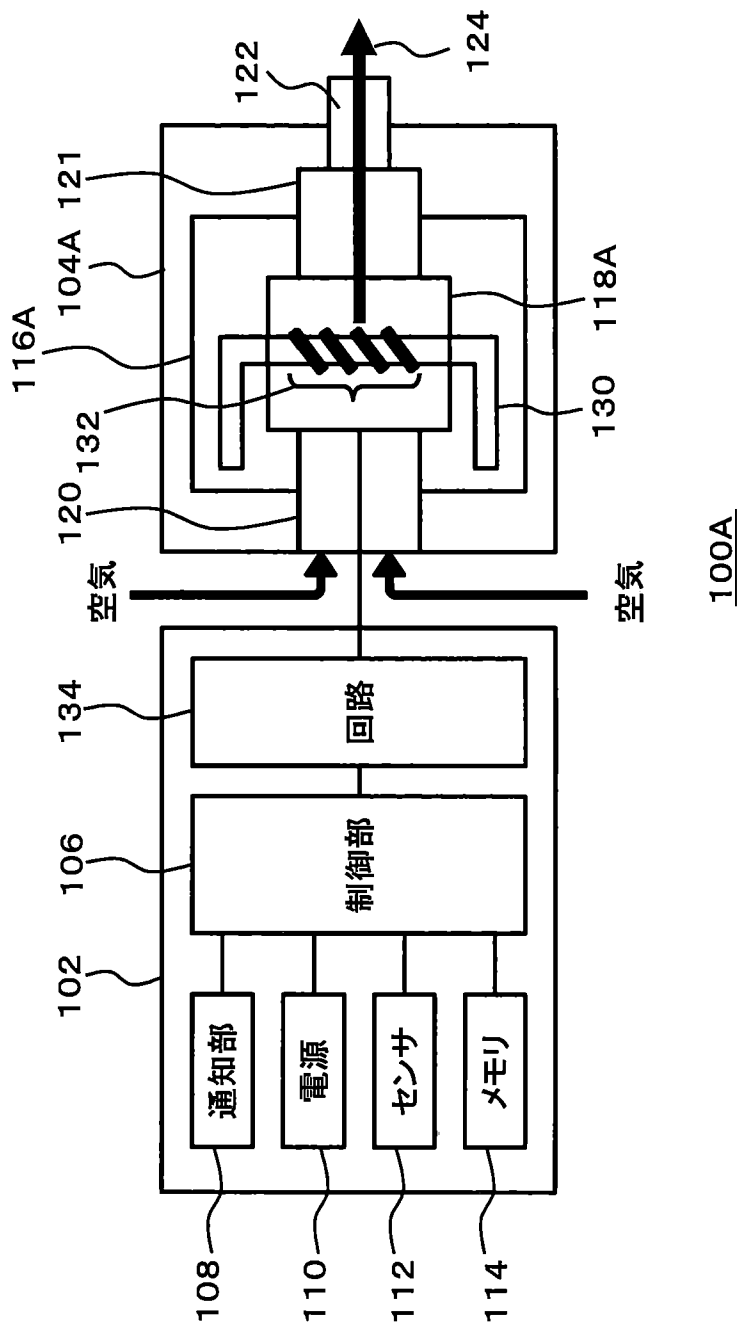
を含み、

前記冷却過程のうち、前記負荷の冷却開始時又は冷却開始直後よりも後、かつ前記負荷が室温に至るよりも前の、前記検出される値の時系列的な変化に基づき、前記エアロゾル源の枯渇の発生が判断される、方法。

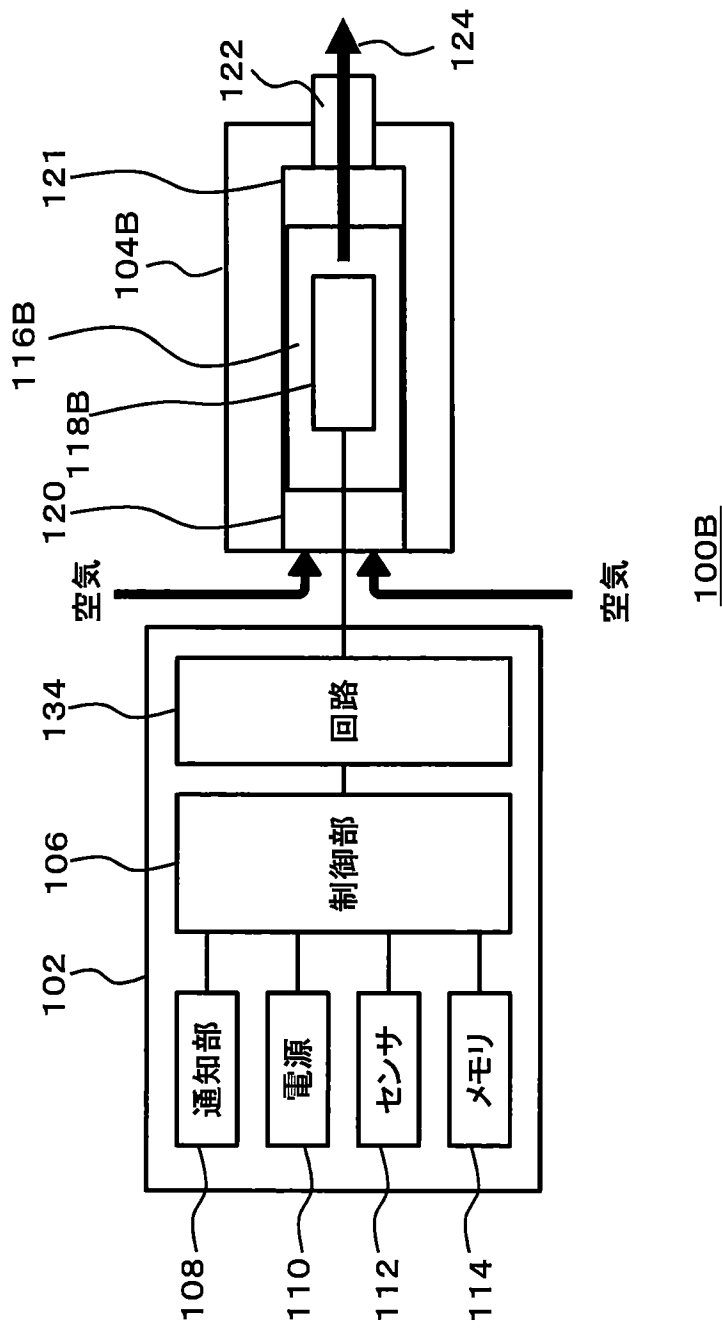
[請求項24]

プロセッサにより実行されると、前記プロセッサに、請求項18、20及び23のいずれか1項に記載の方法を実行させる、プログラム。

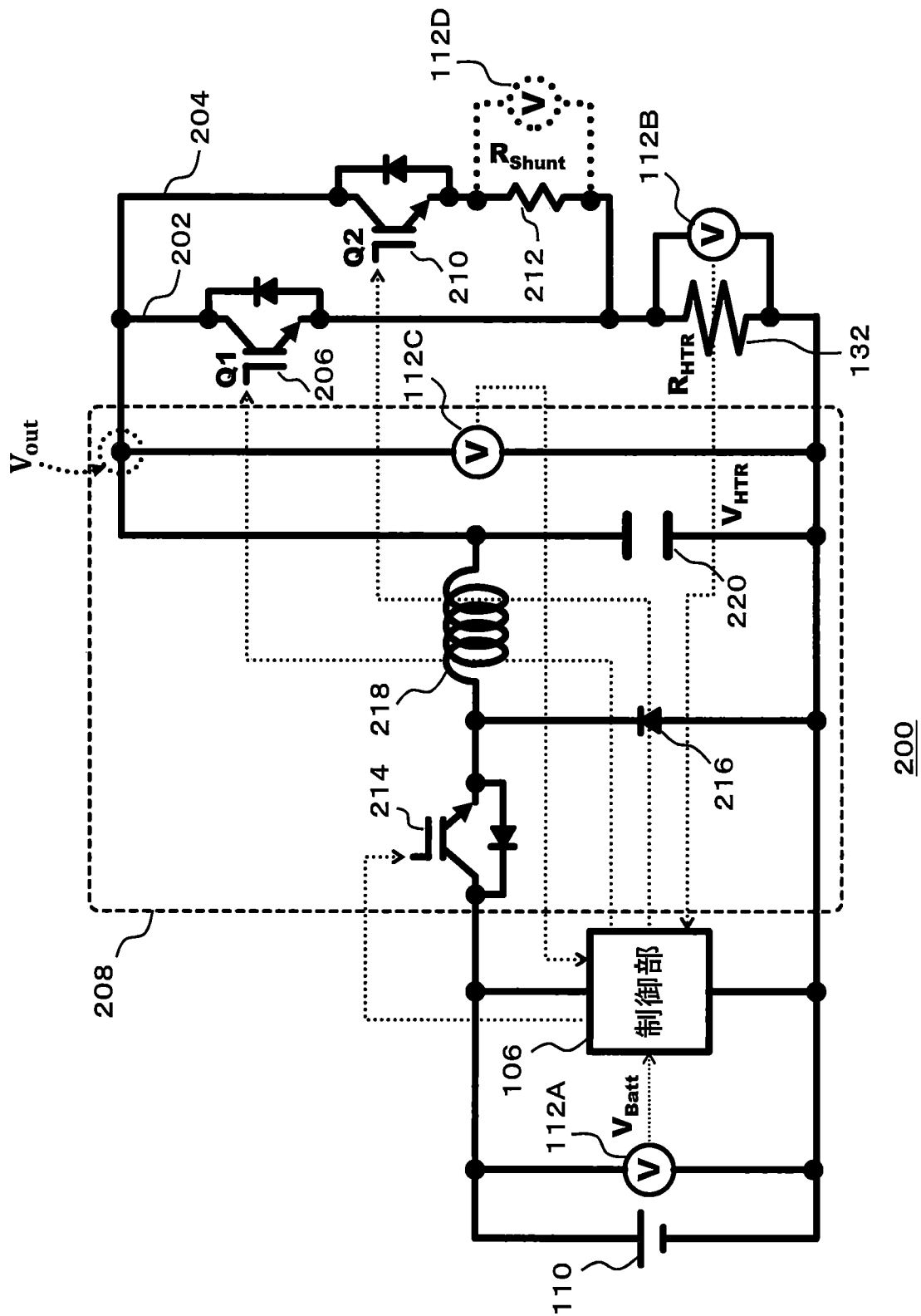
[図1A]



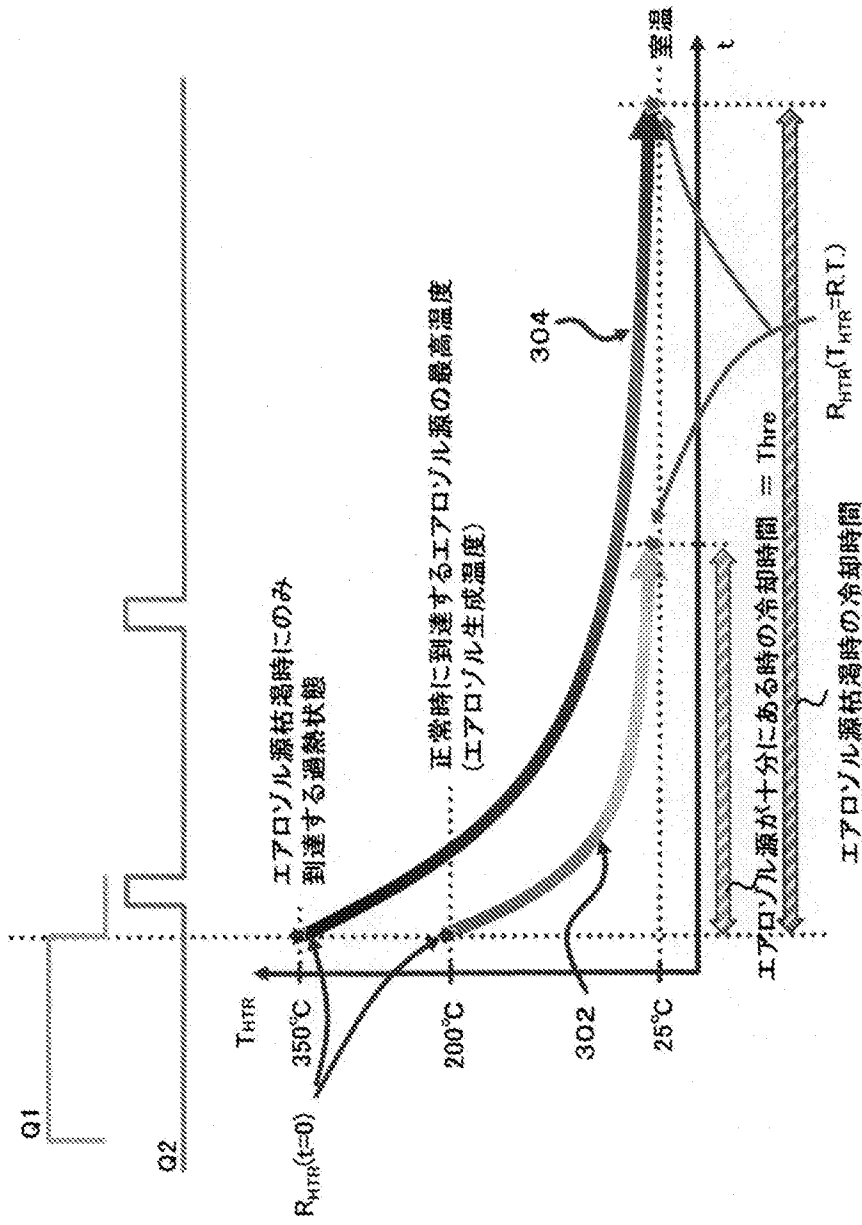
[図1B]



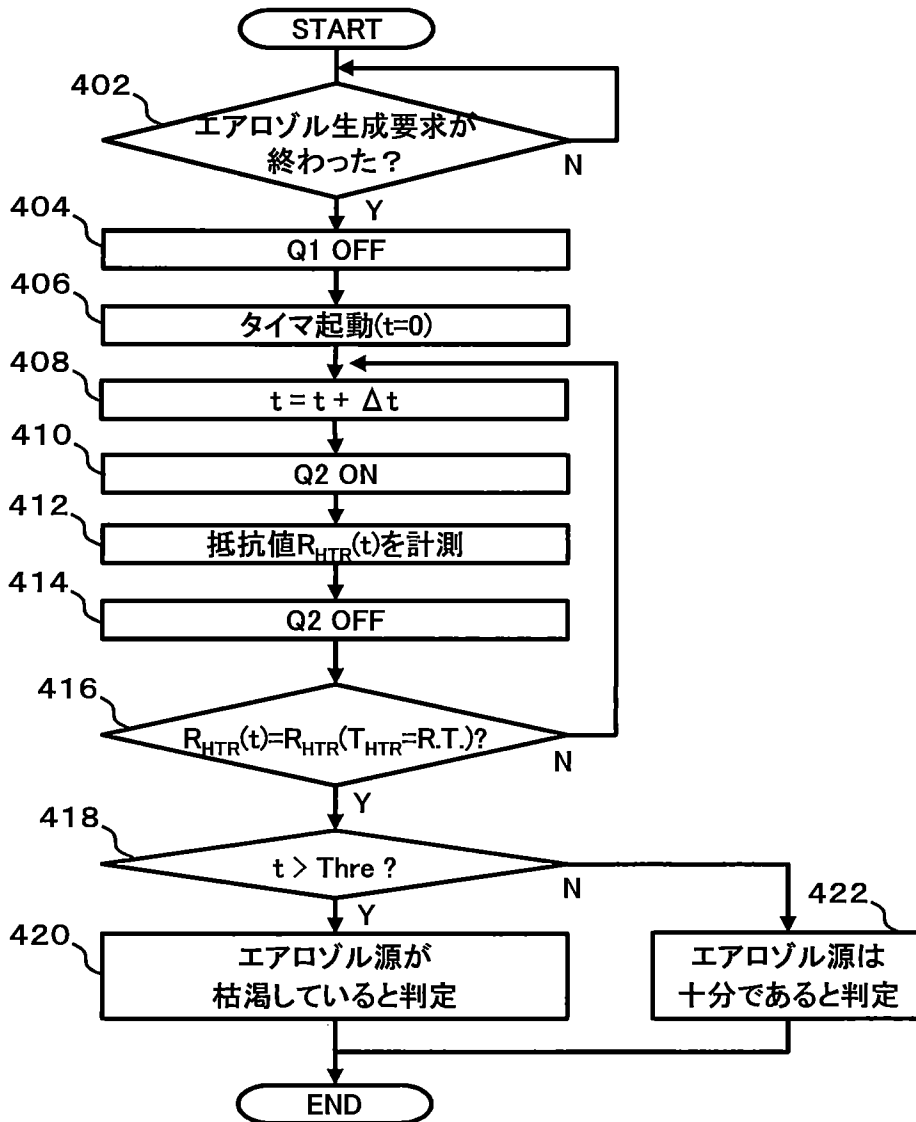
[図2]



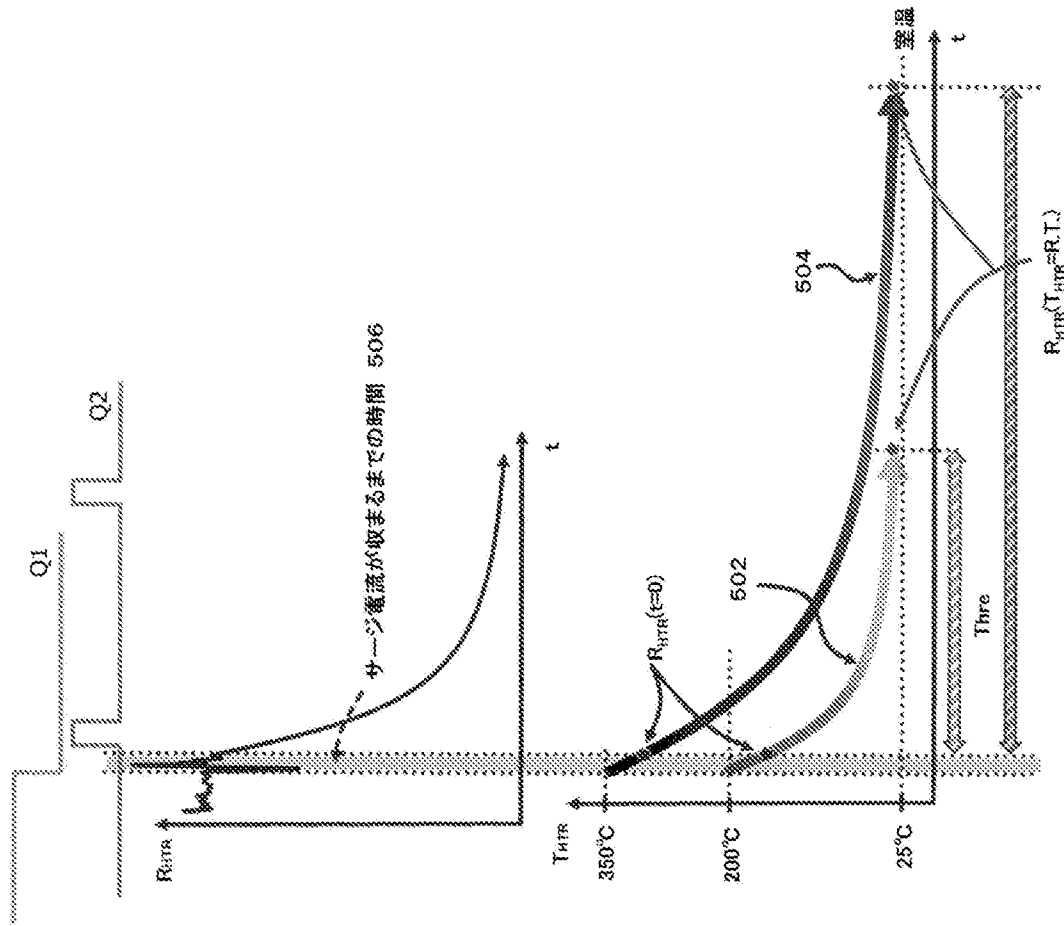
[図3]



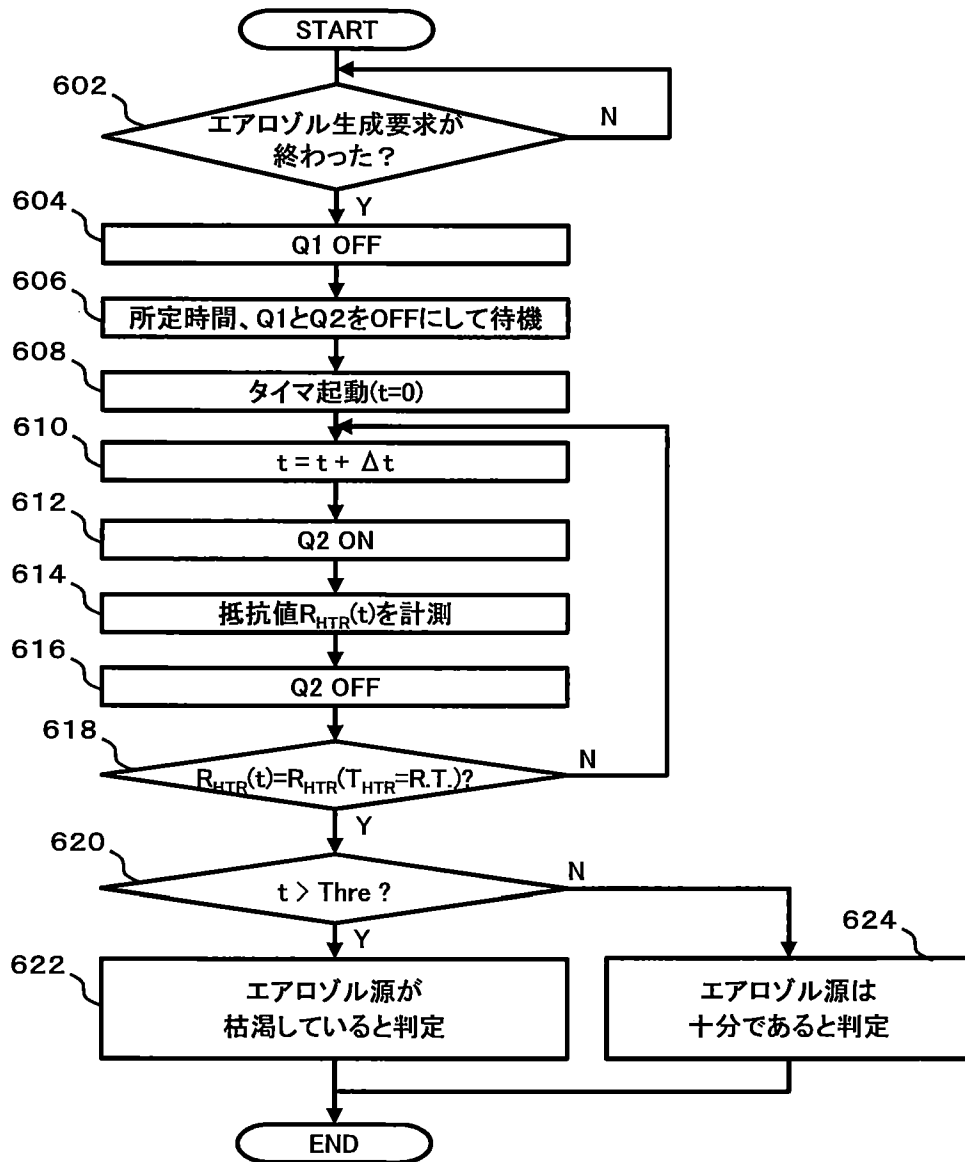
[図4]



[図5]

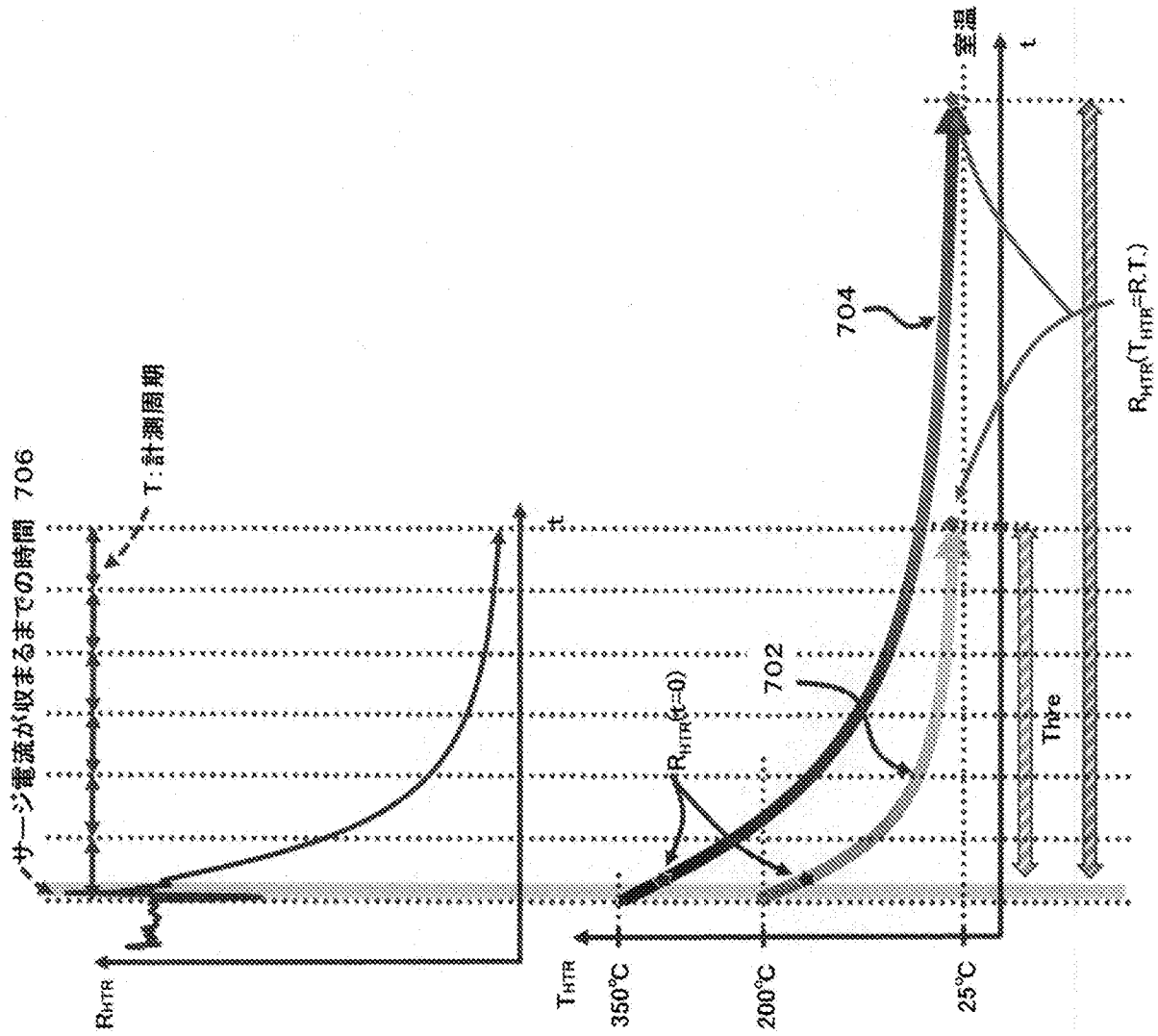


[図6]

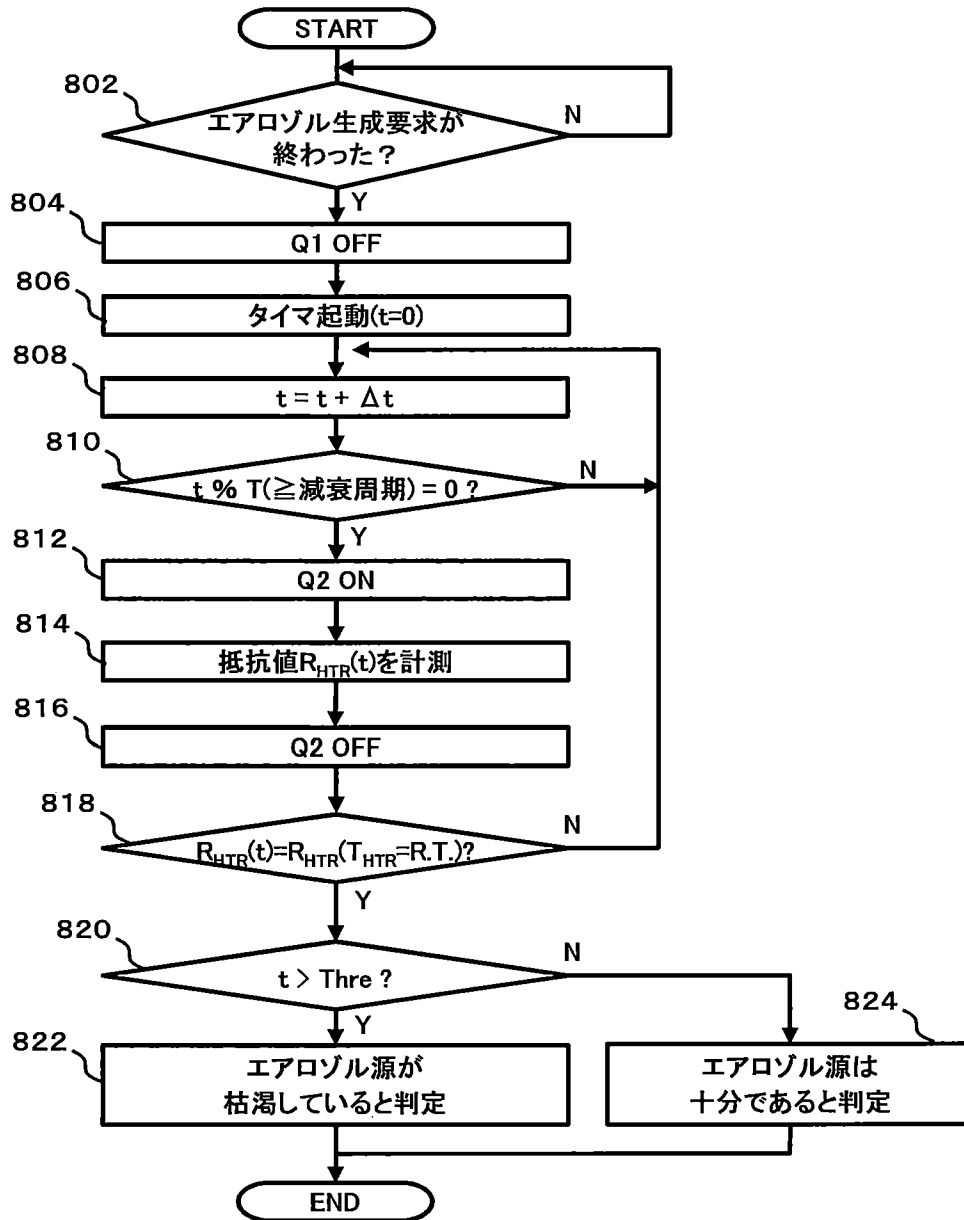




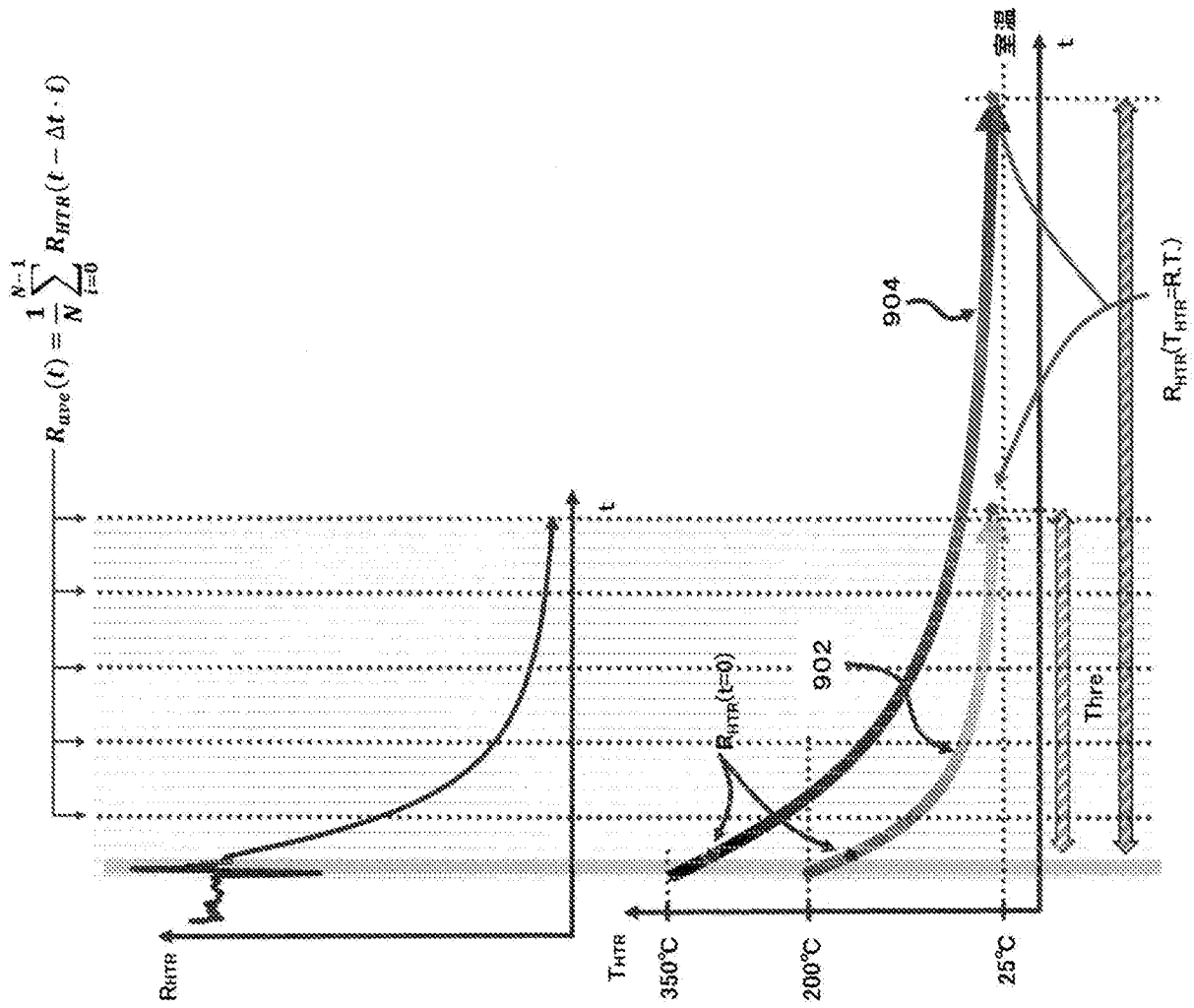
[図7]



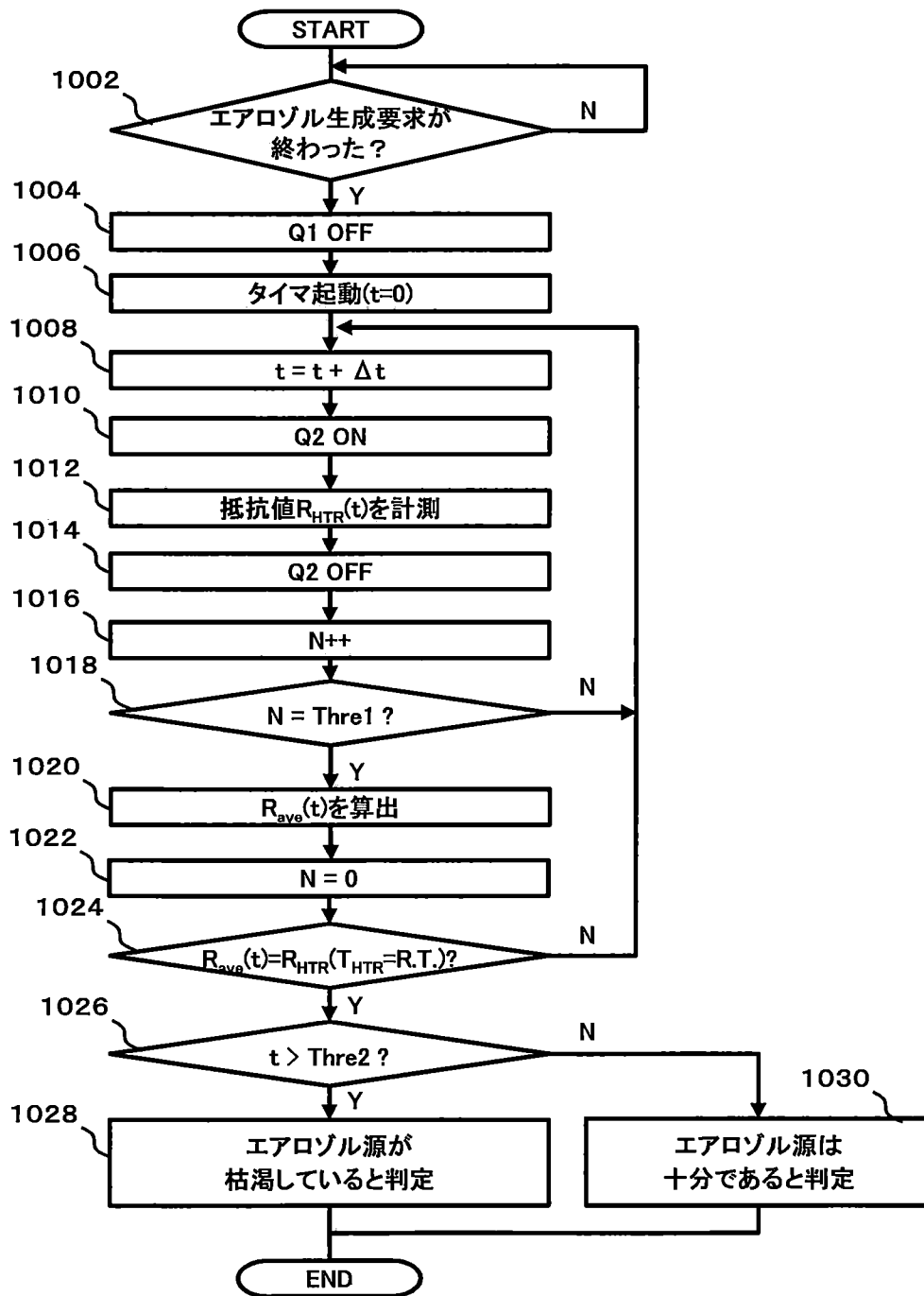
[図8]



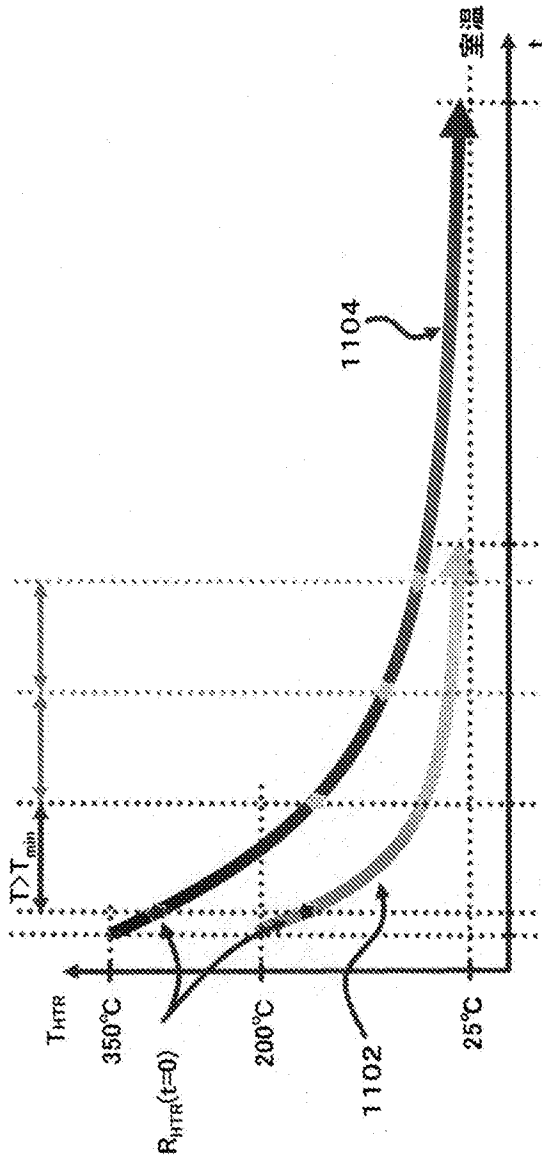
[図9]



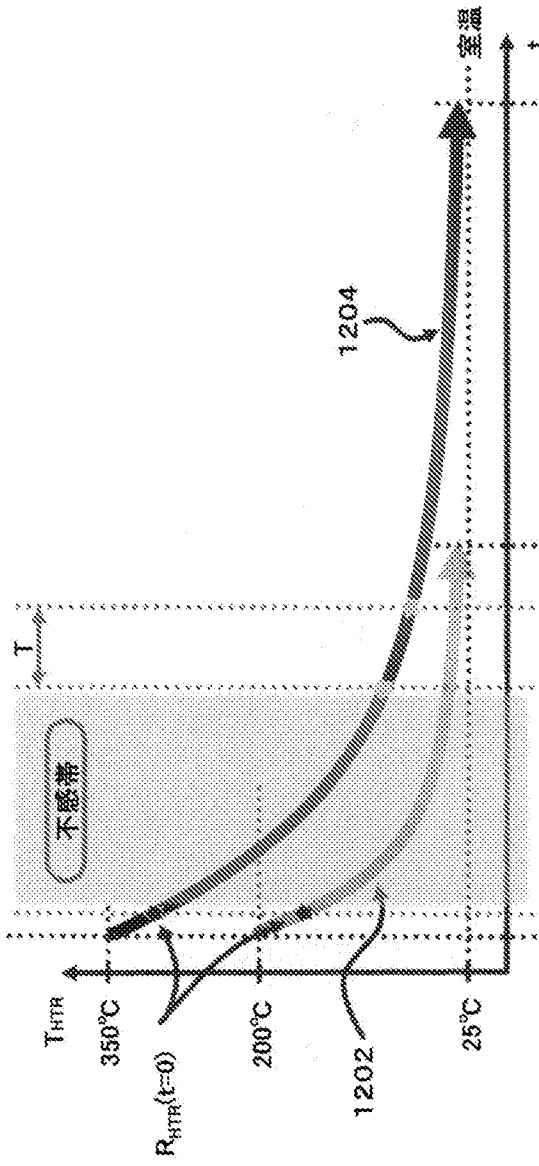
[図10]



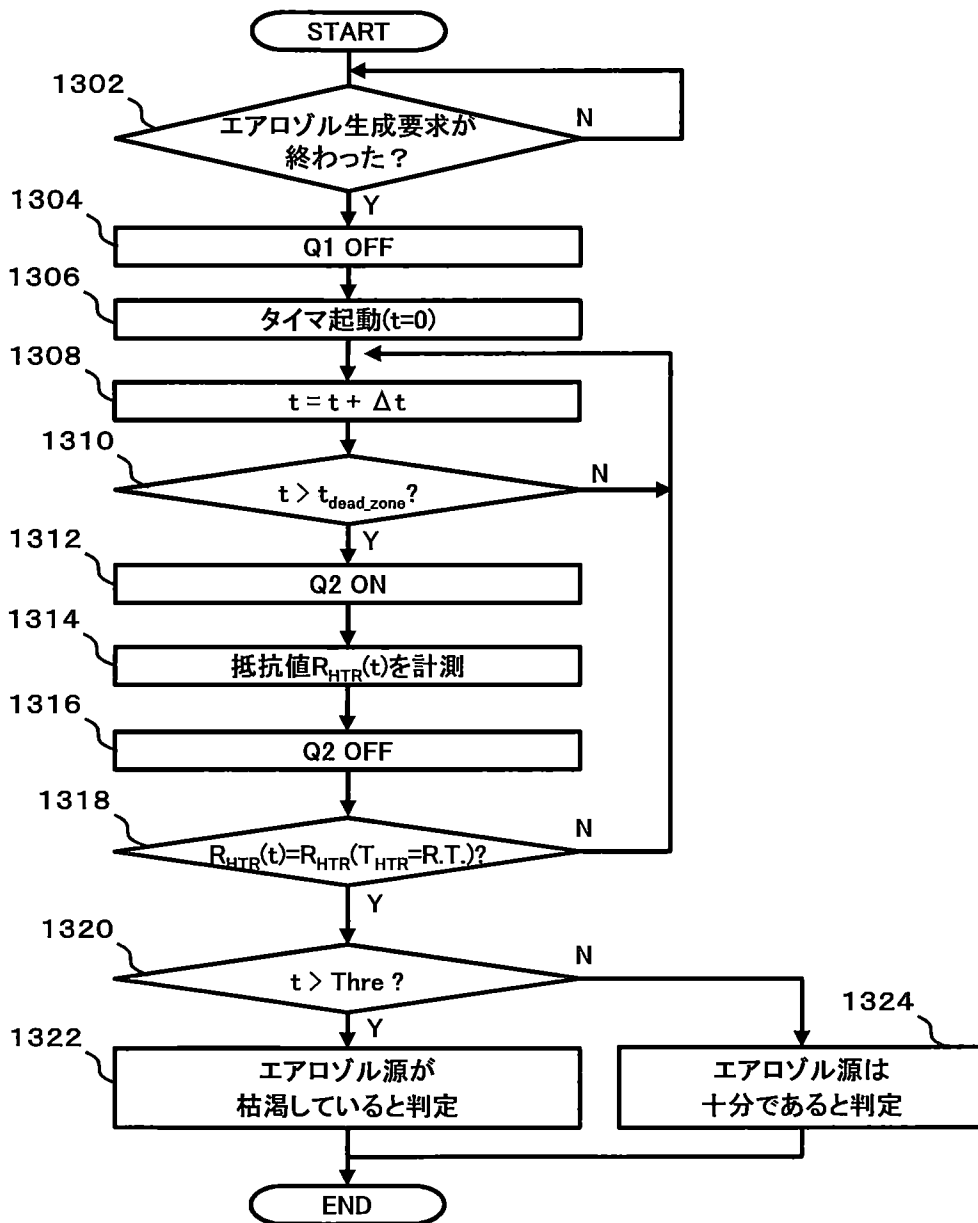
[図11]



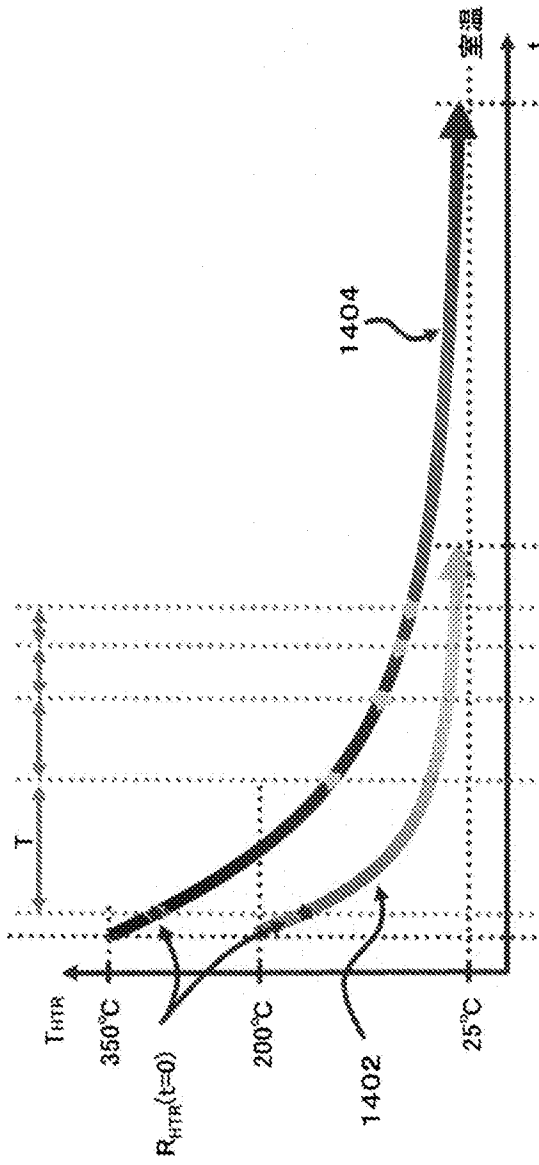
[図12]



[図13]

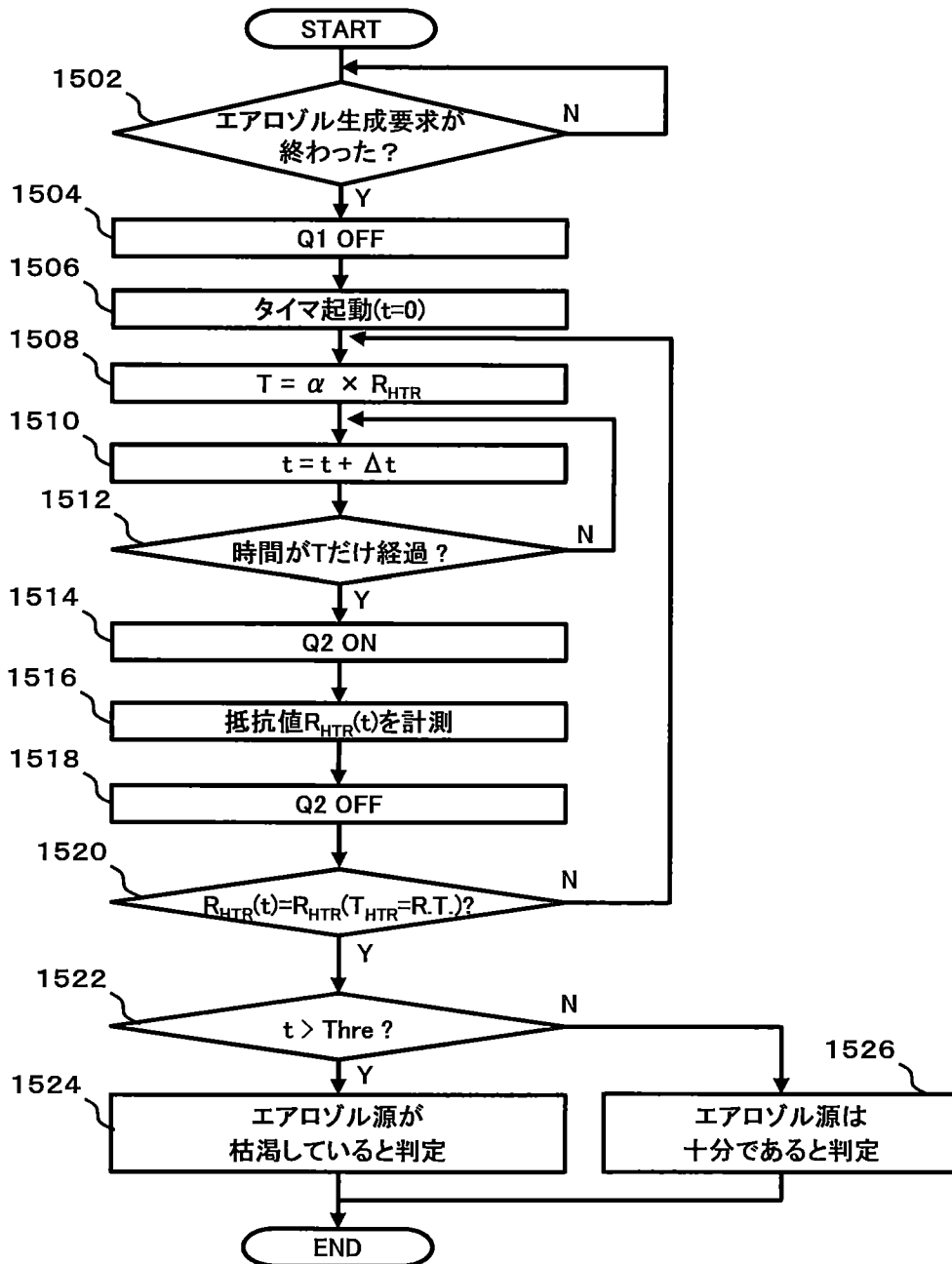


[圖14]

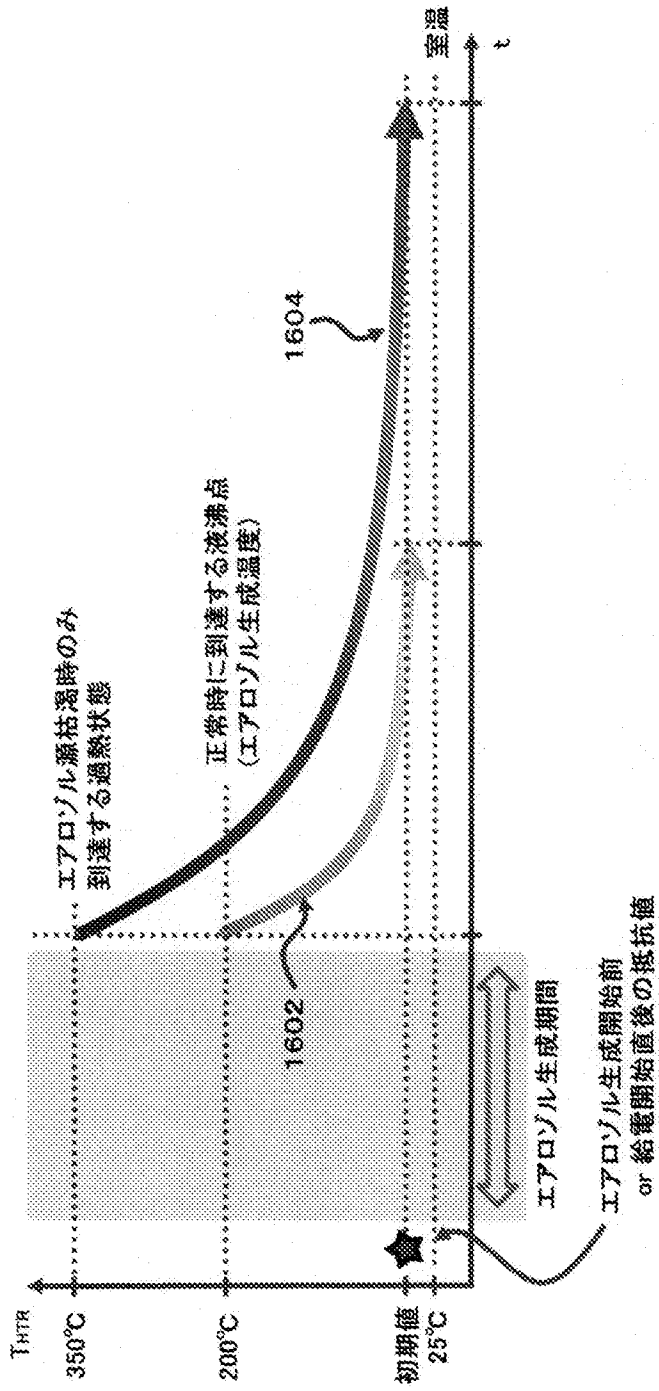




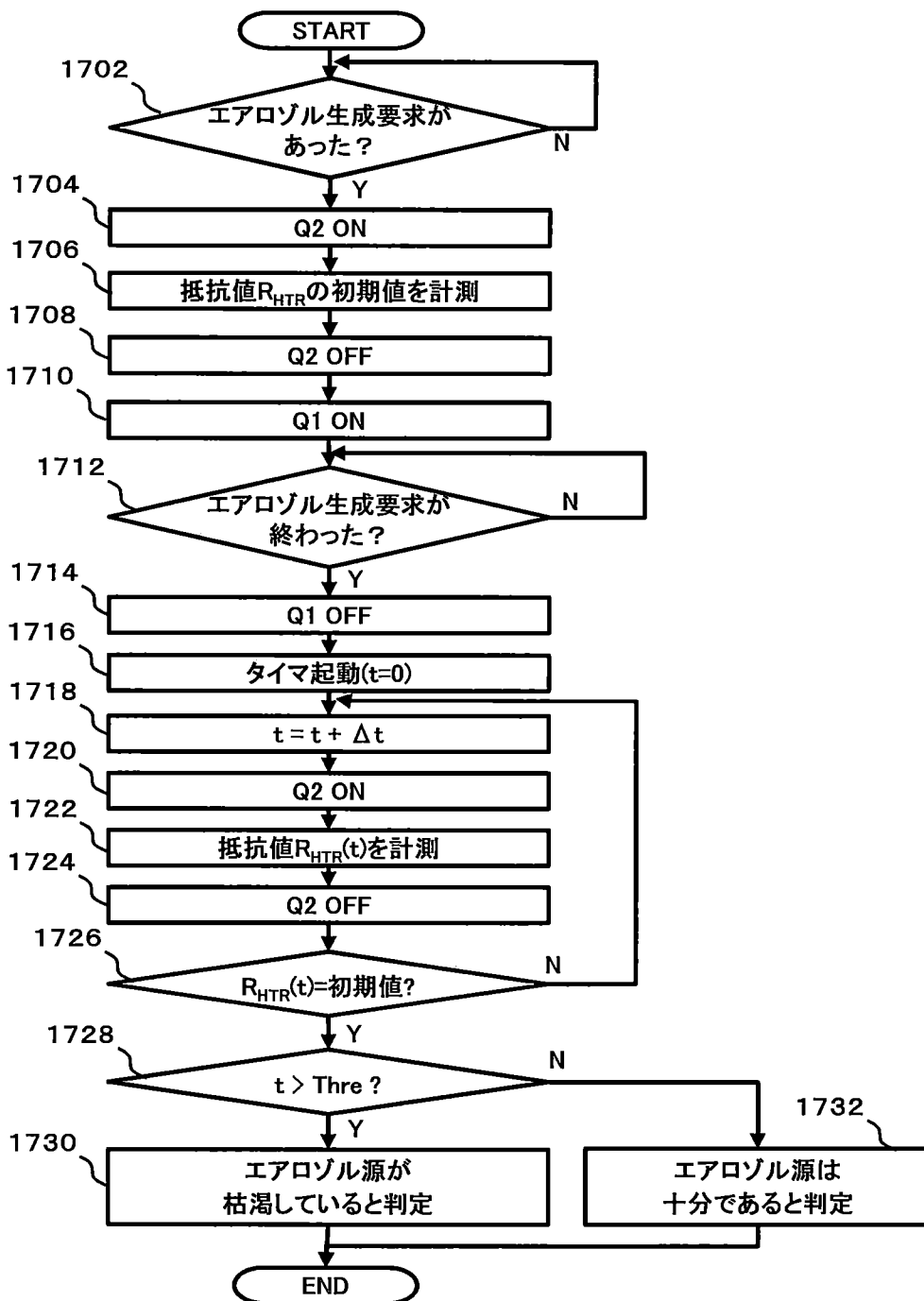
[図15]



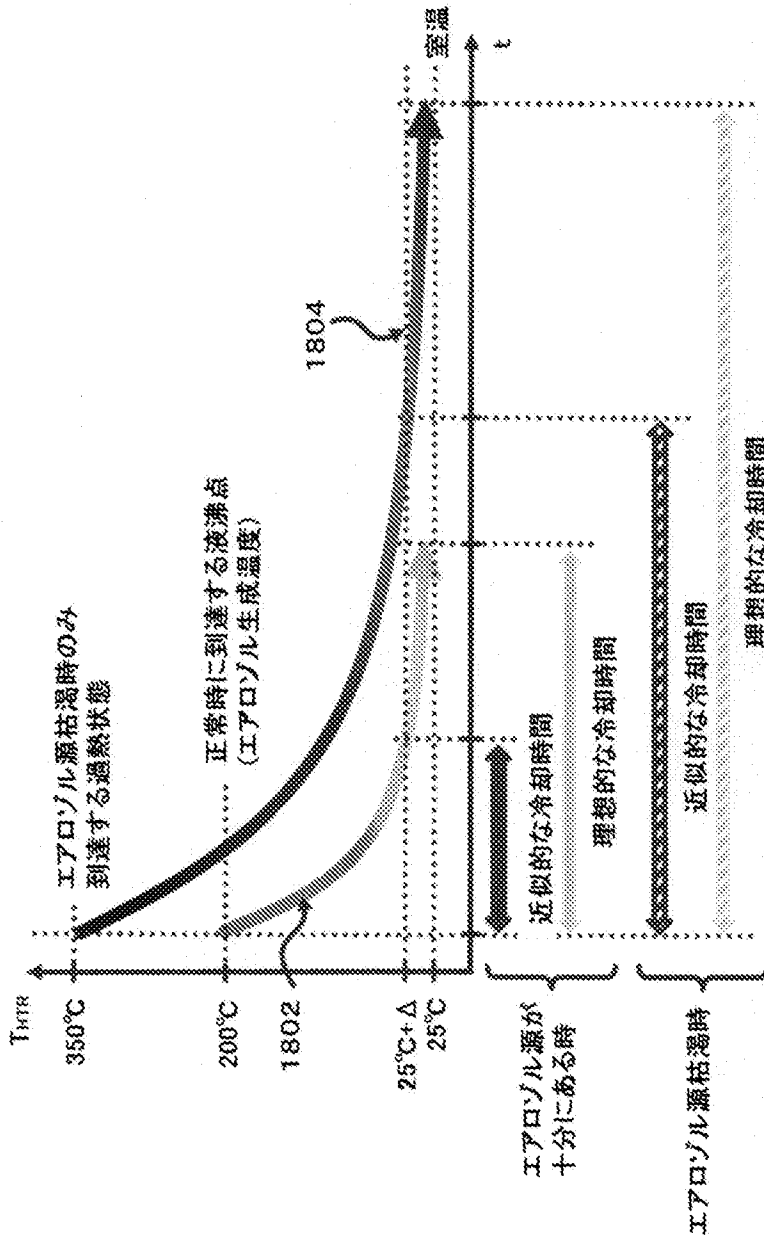
[図16]



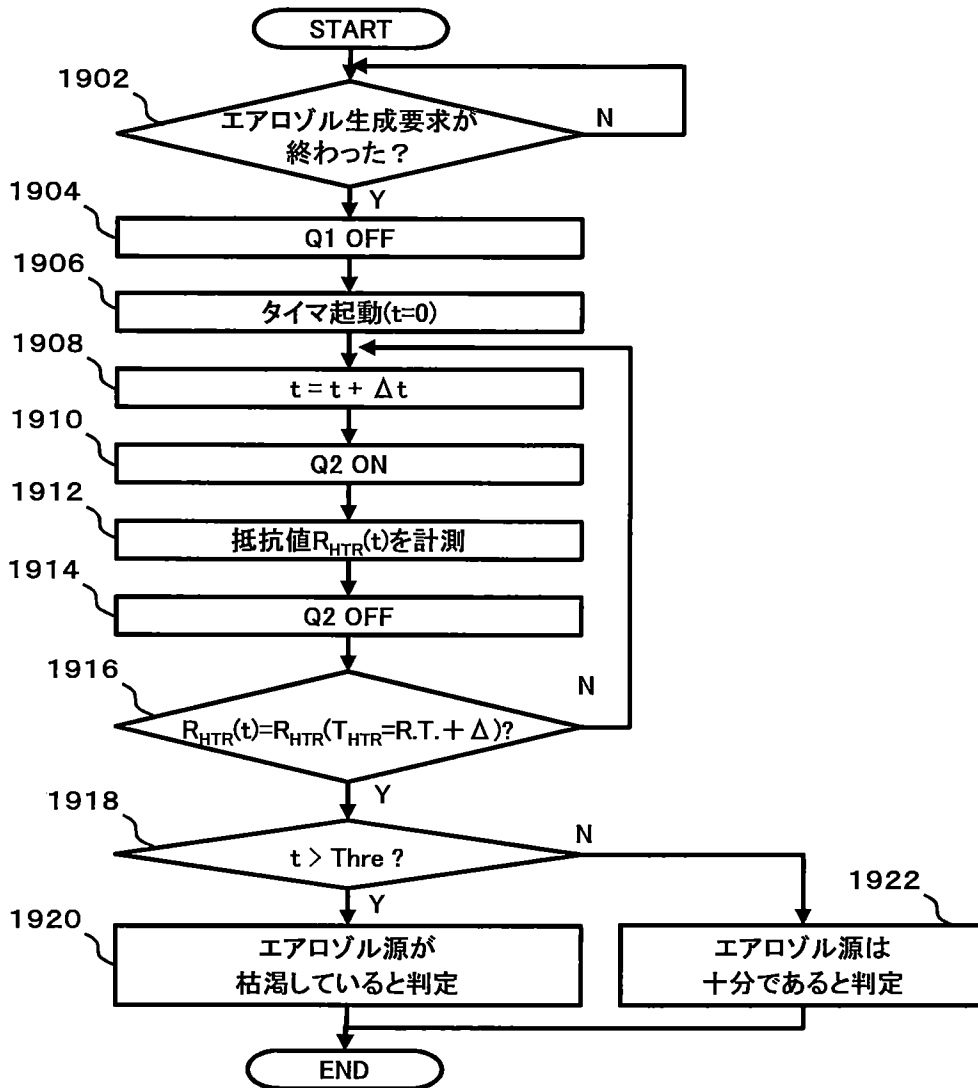
[図17]



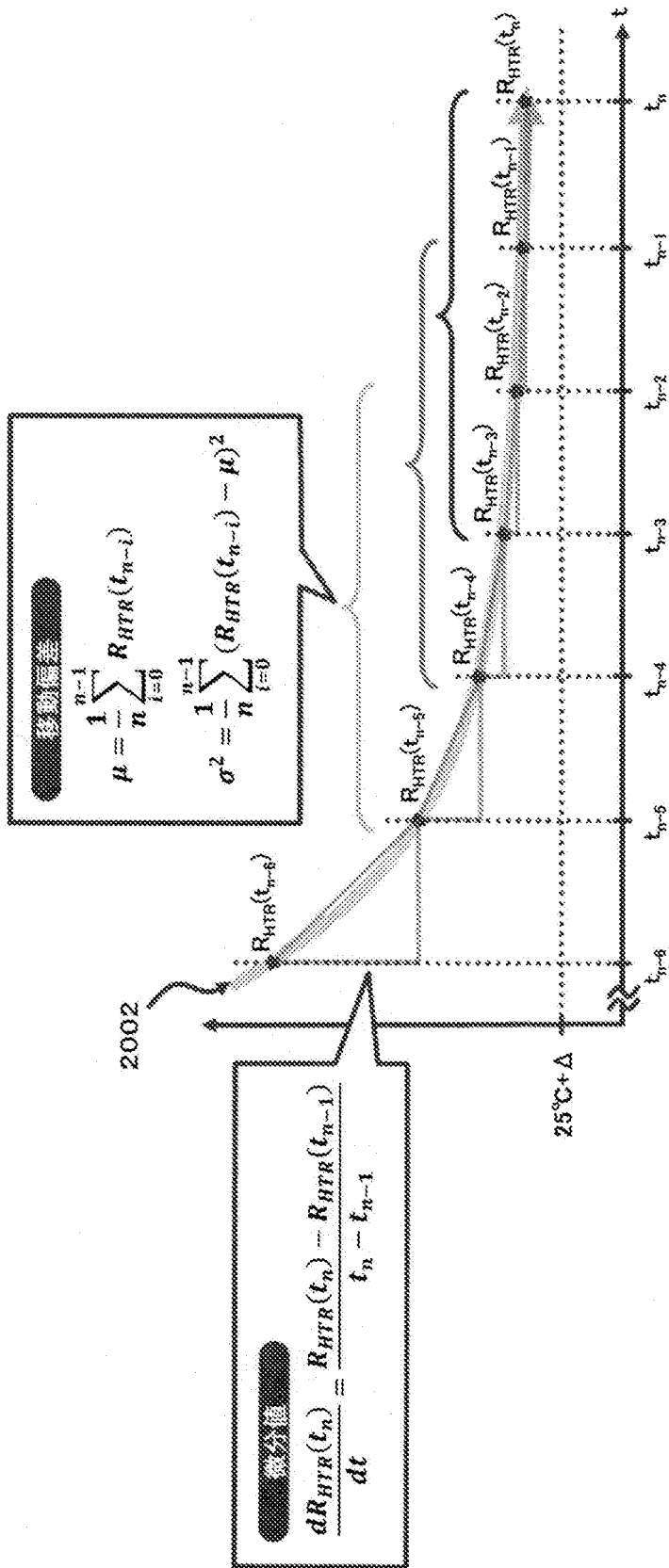
[図18]



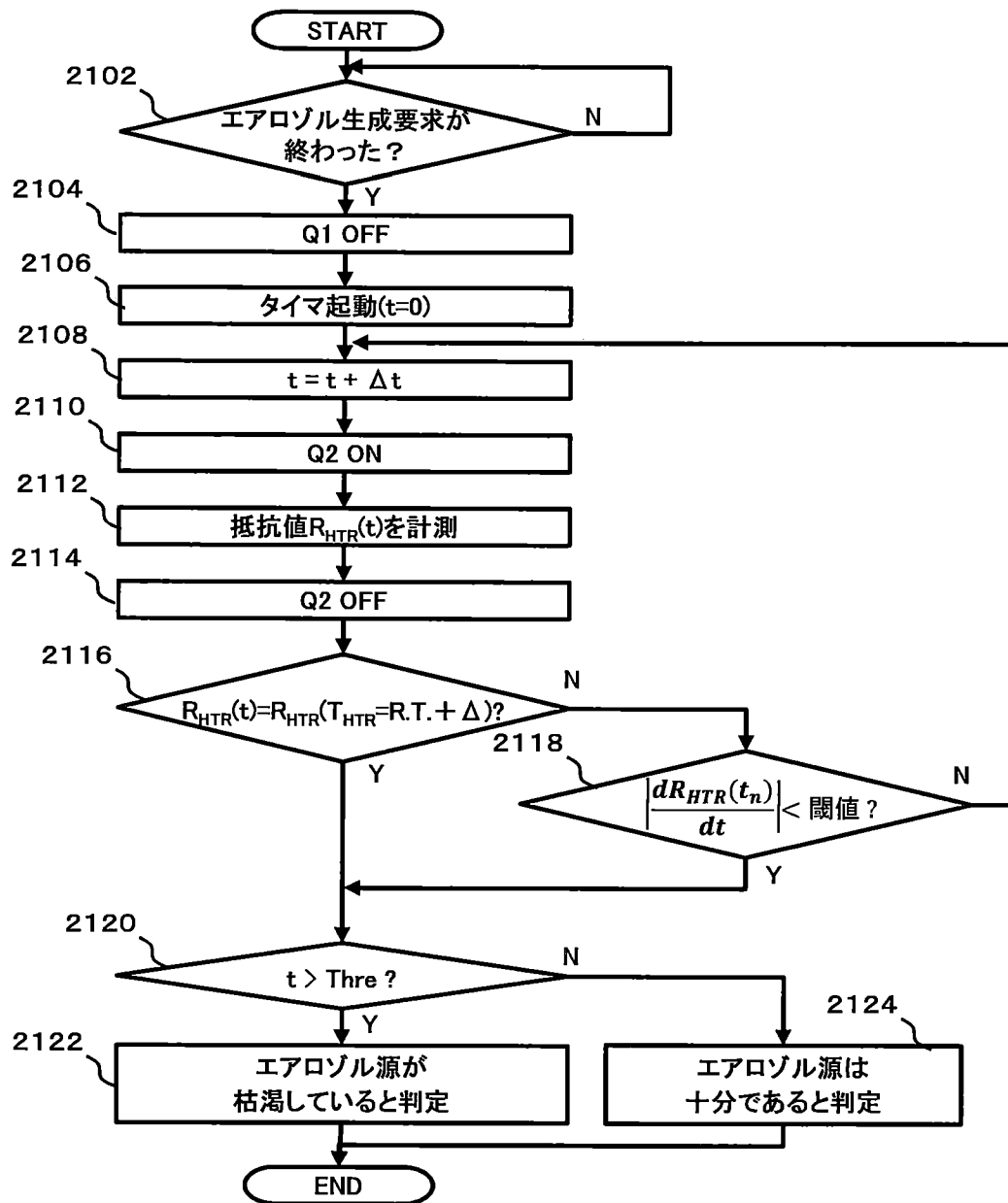
[図19]



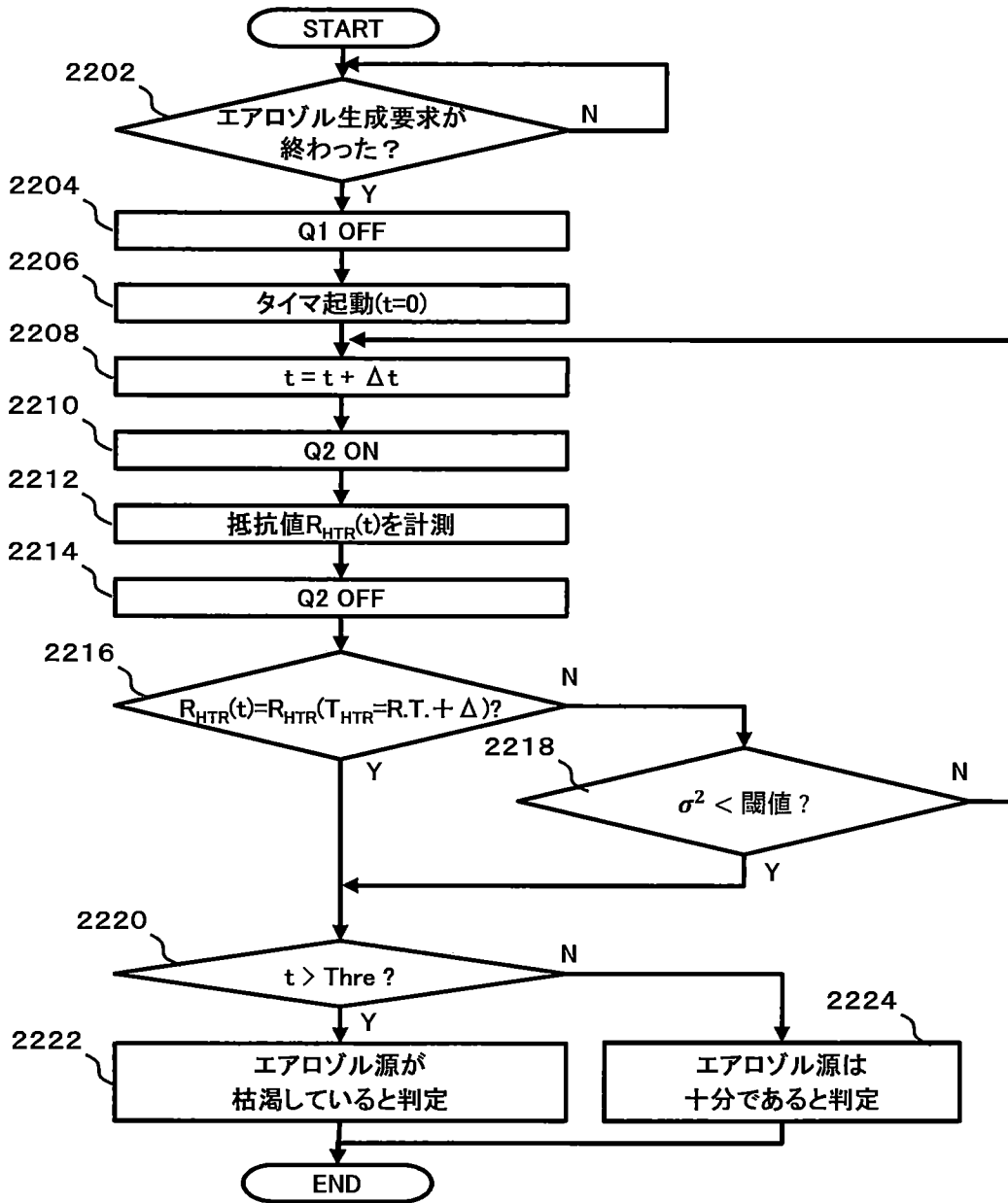
[図20]



[図21]

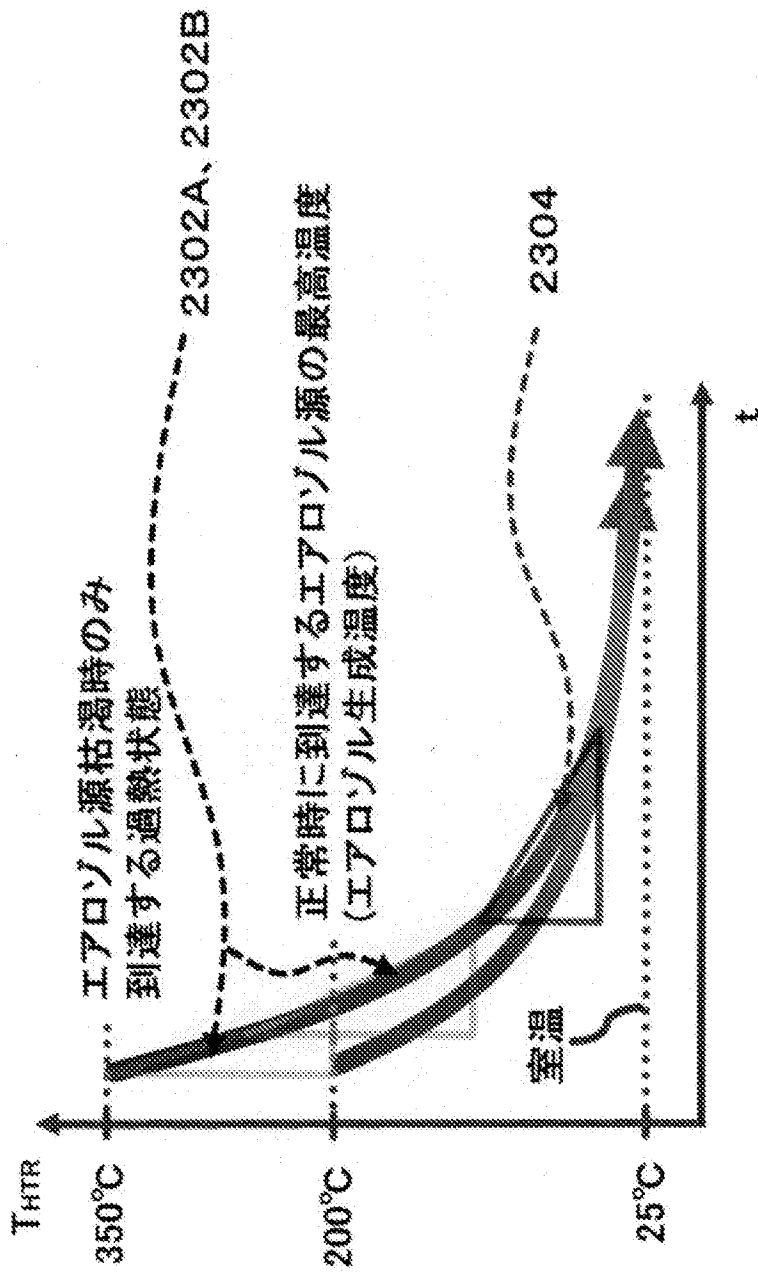


[図22]

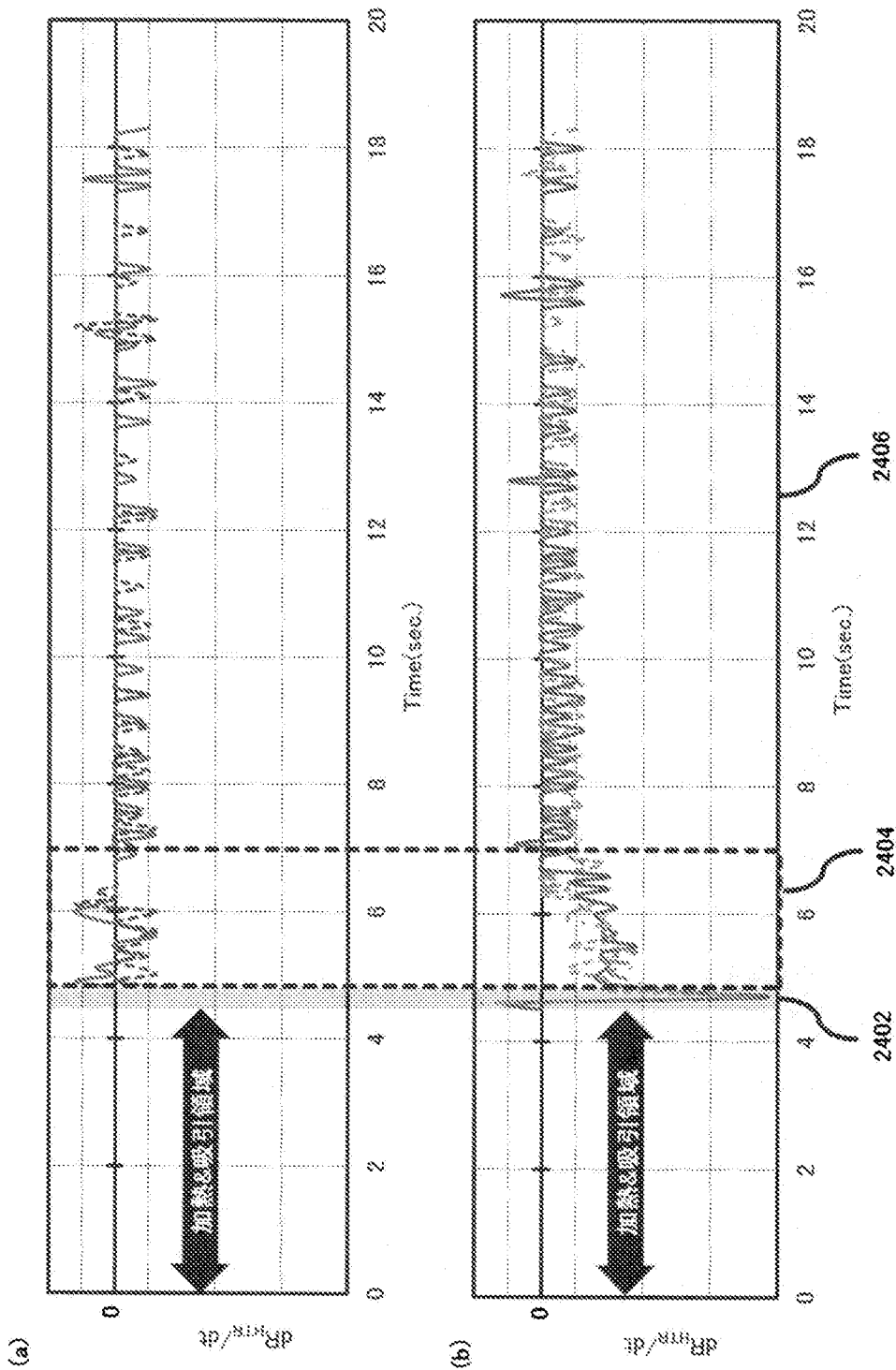




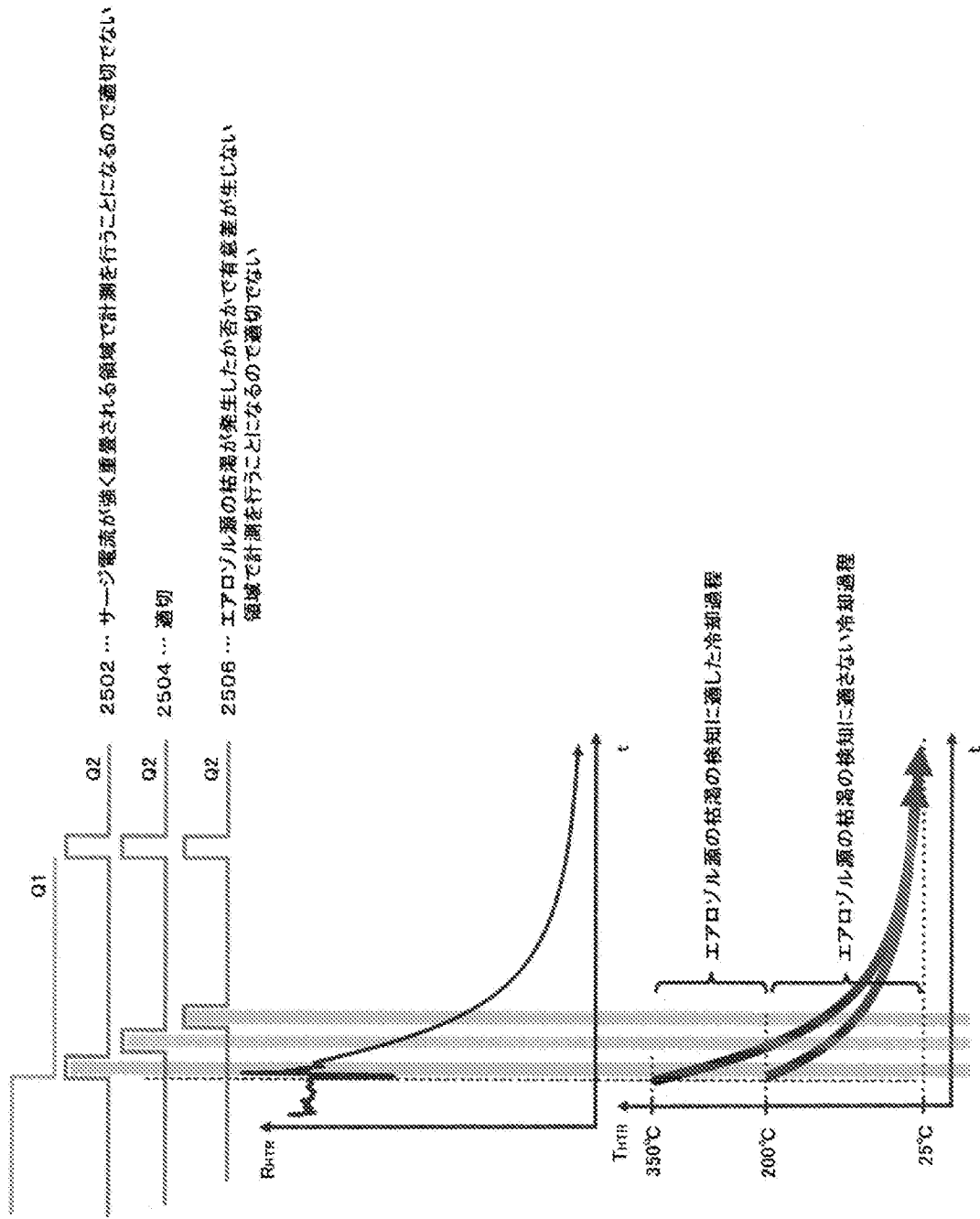
[図23]



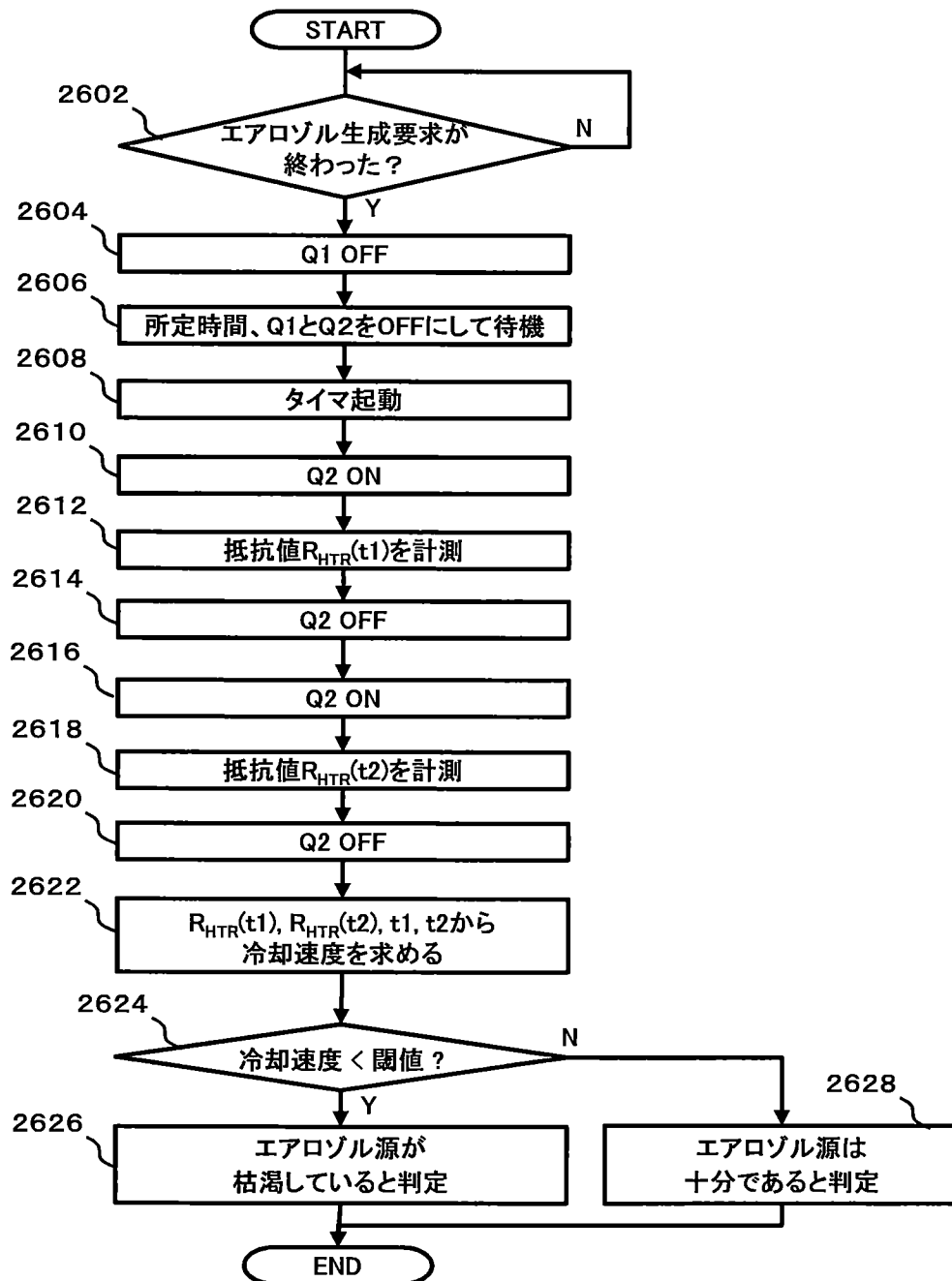
[図24]



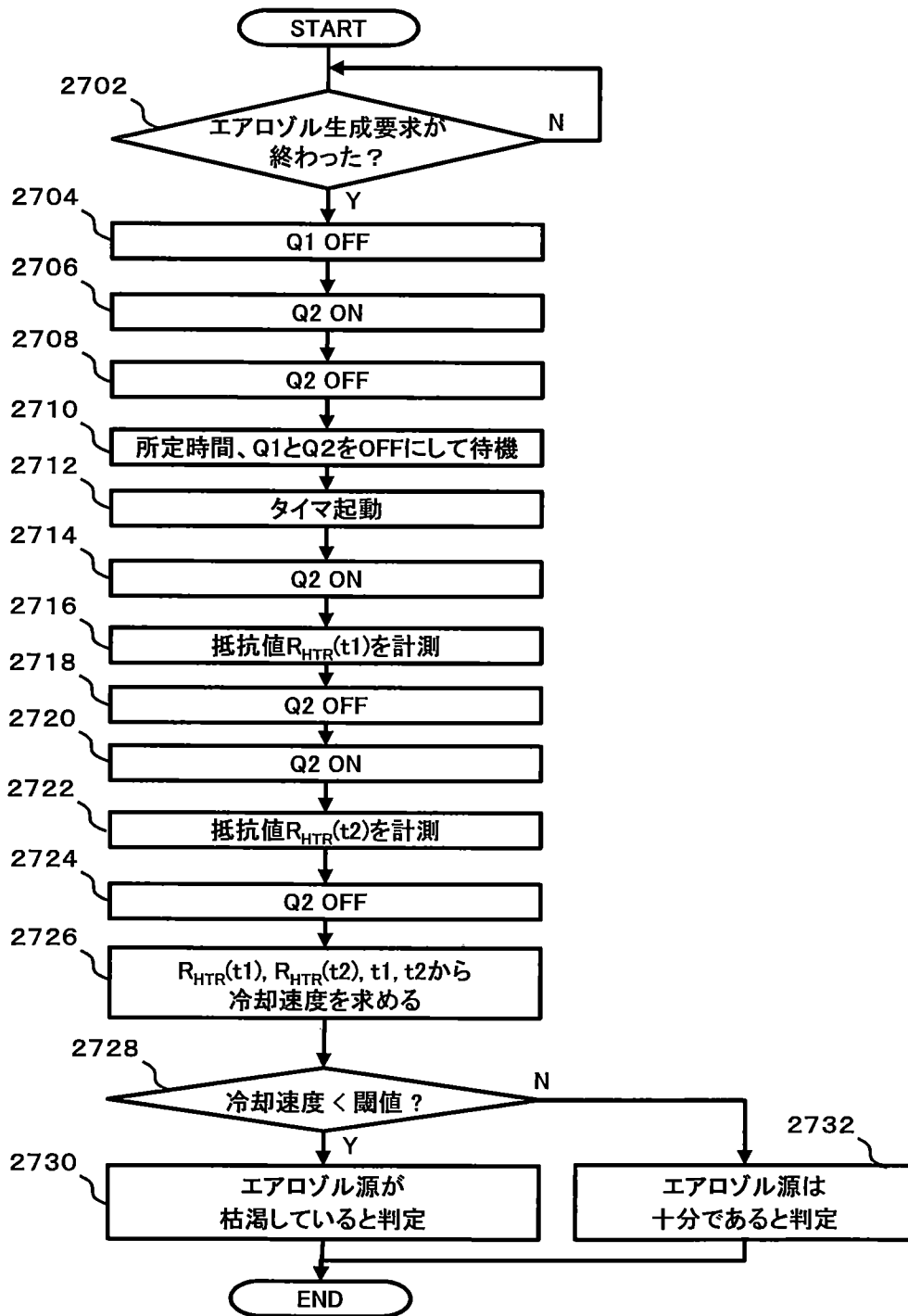
[図25]



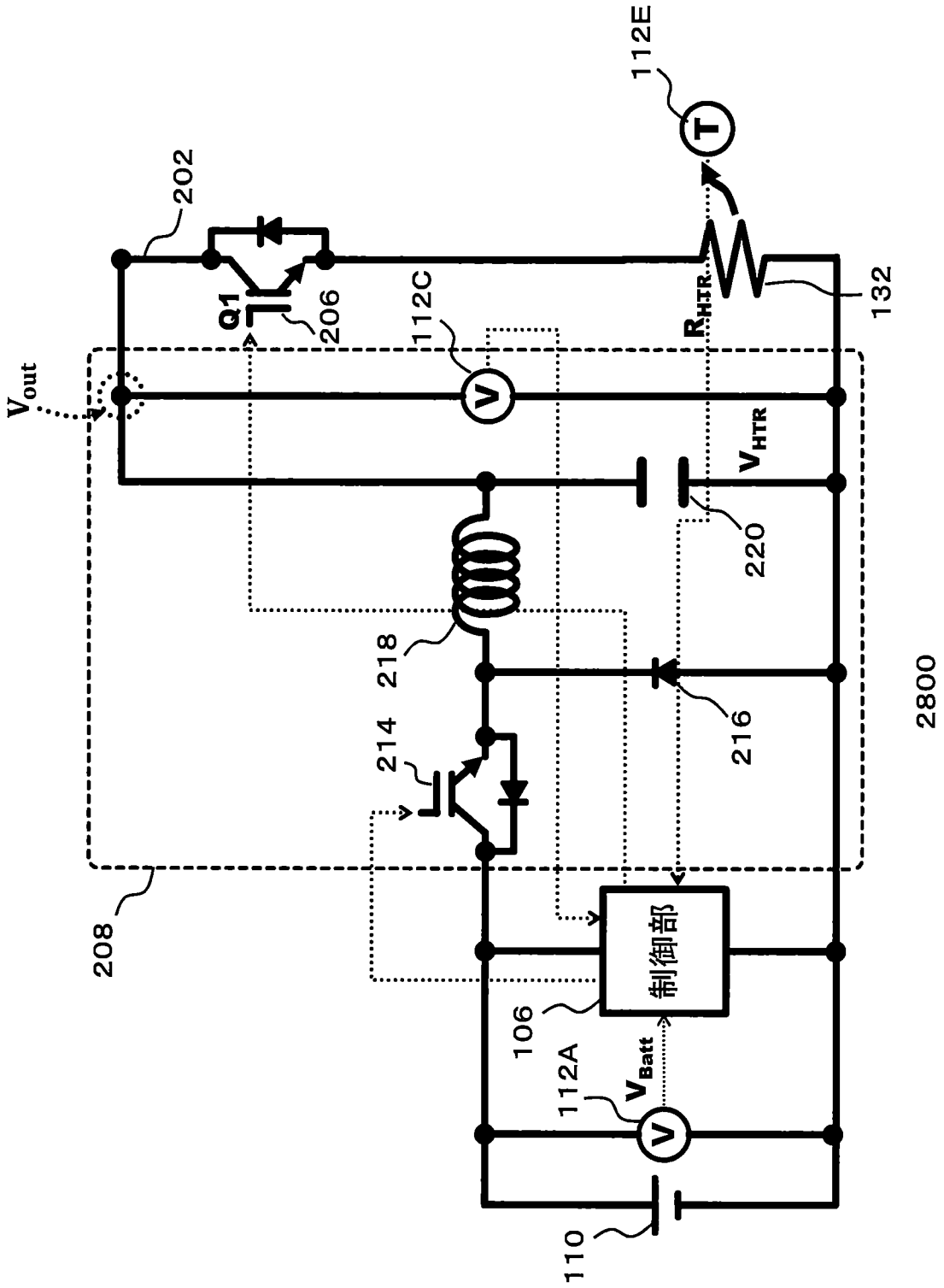
[図26]



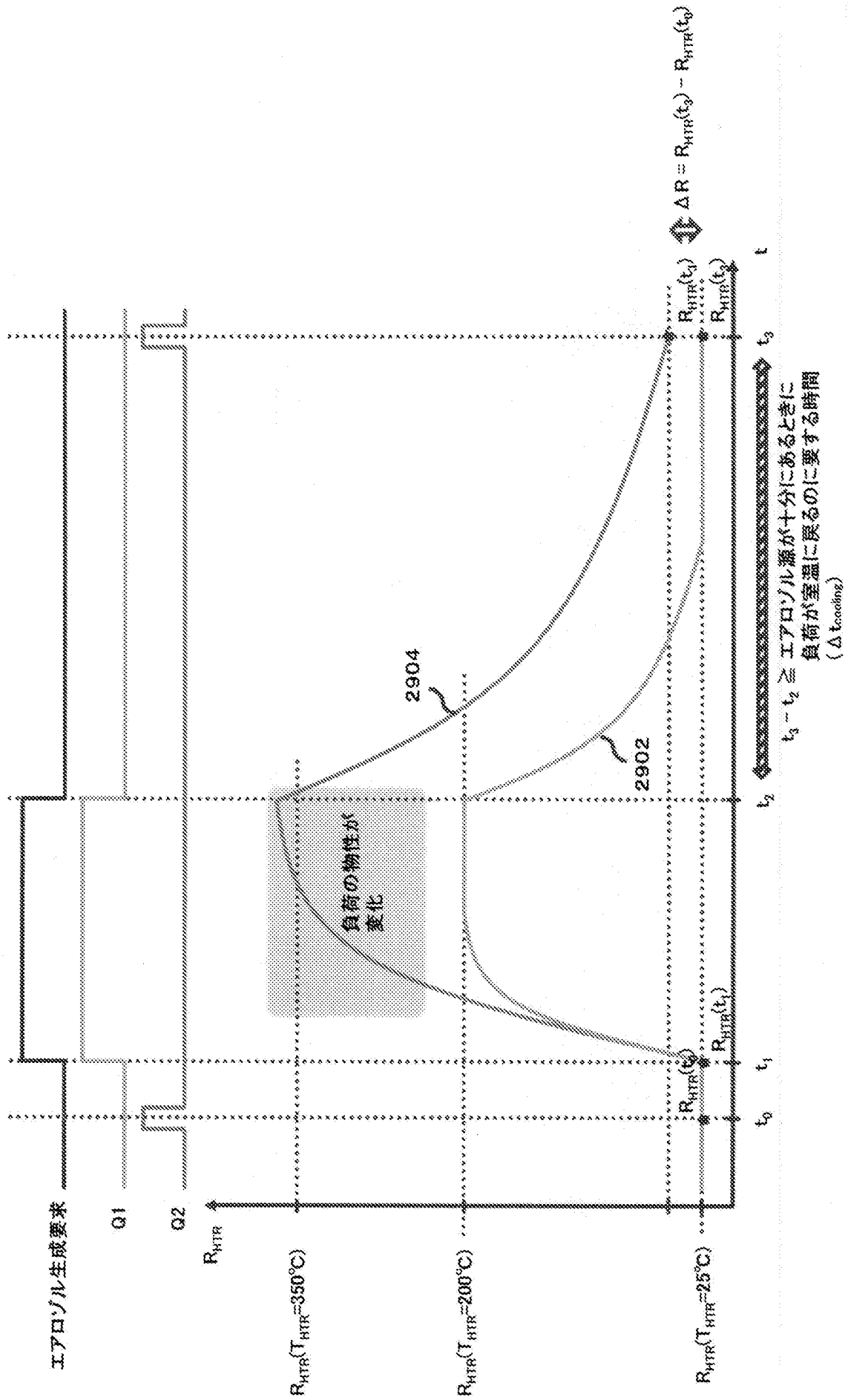
[図27]



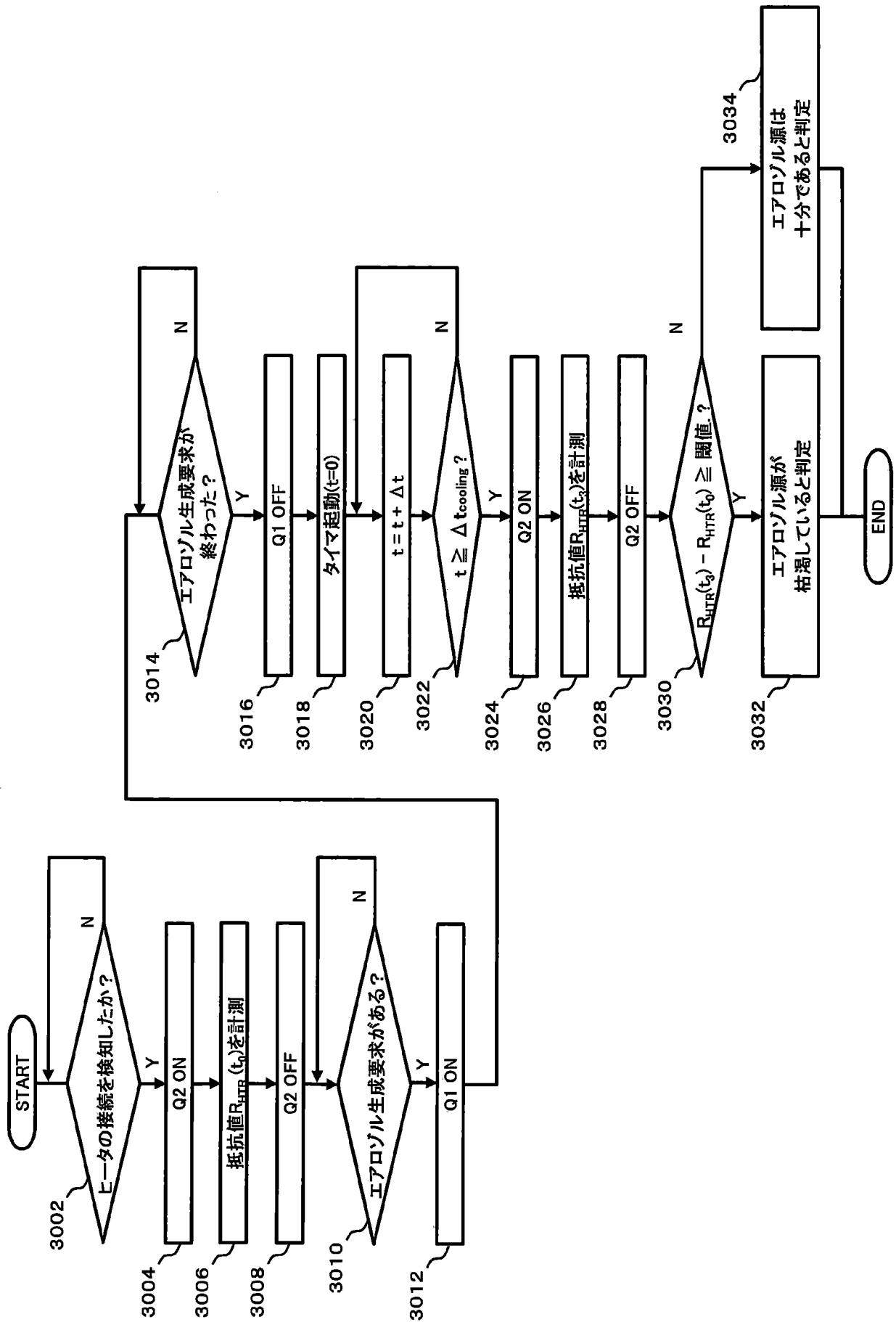
[図28]



[図29]



[図30]





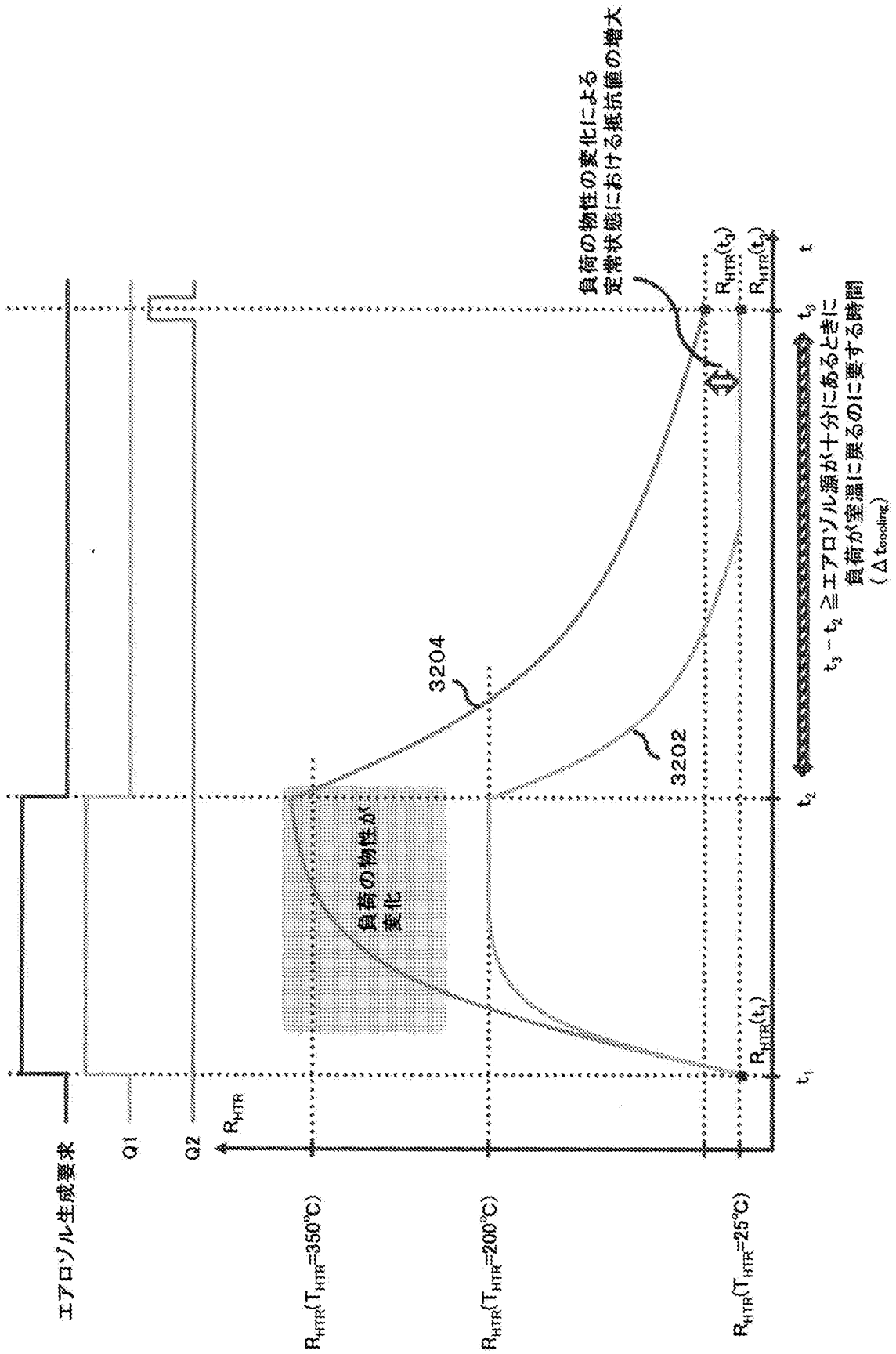
[図31]

負荷(ヒータ)に用いるのに好ましい金属種

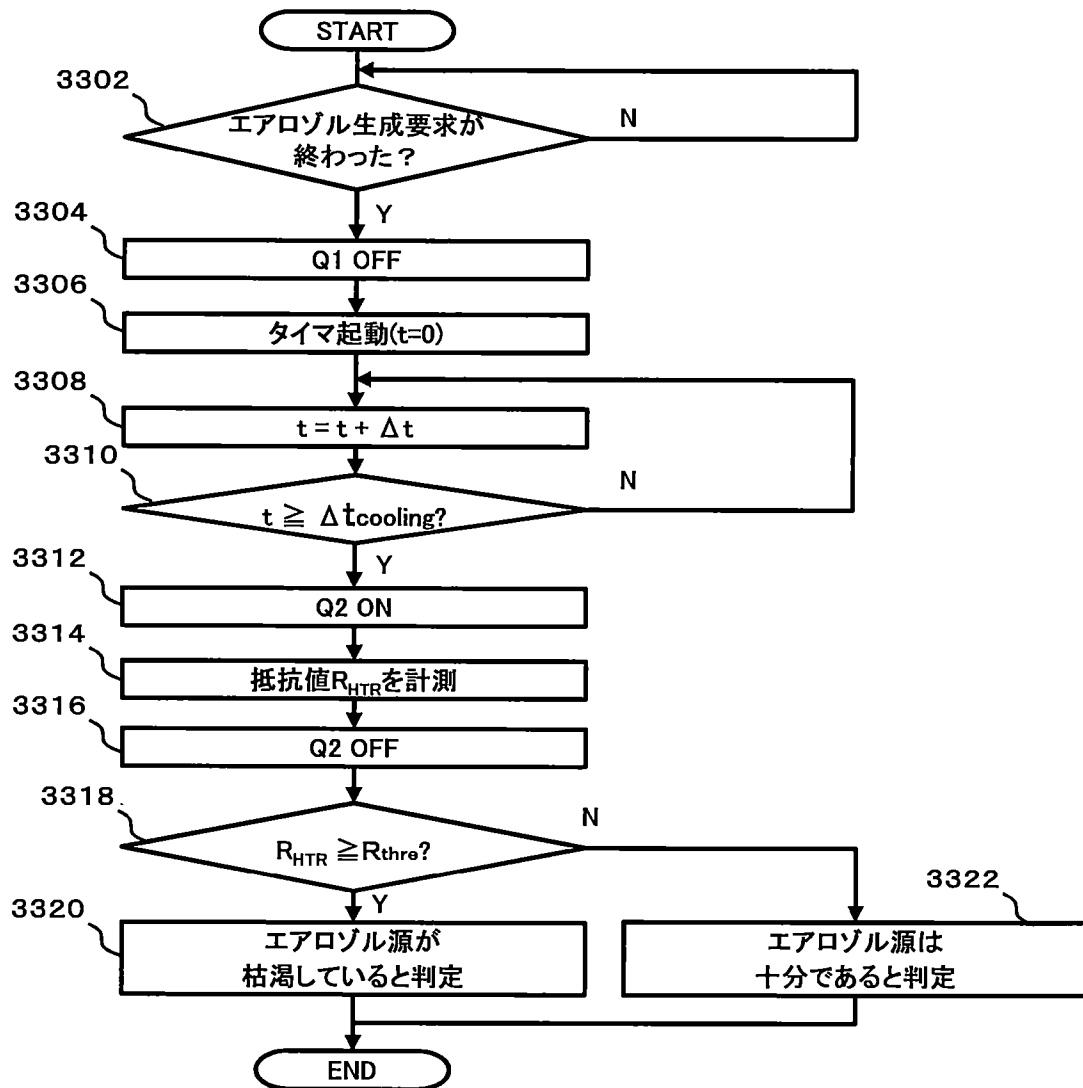
金属種	Al	Ti	Zr	Ta	Zn	Cr	Fe	Ni	Pb	Cu	Ag	Pt	Au
酸化還元電位 (V)	-1.676	-1.630	-1.534	-0.810	-0.763	-0.740	-0.440	-0.257	-0.126	0.340	0.799	1.188	1.520
酸化皮膜の 形成され易さ	形成される (※高温で特に形成されやすい)												
												形成されにくい	形成されない

3100

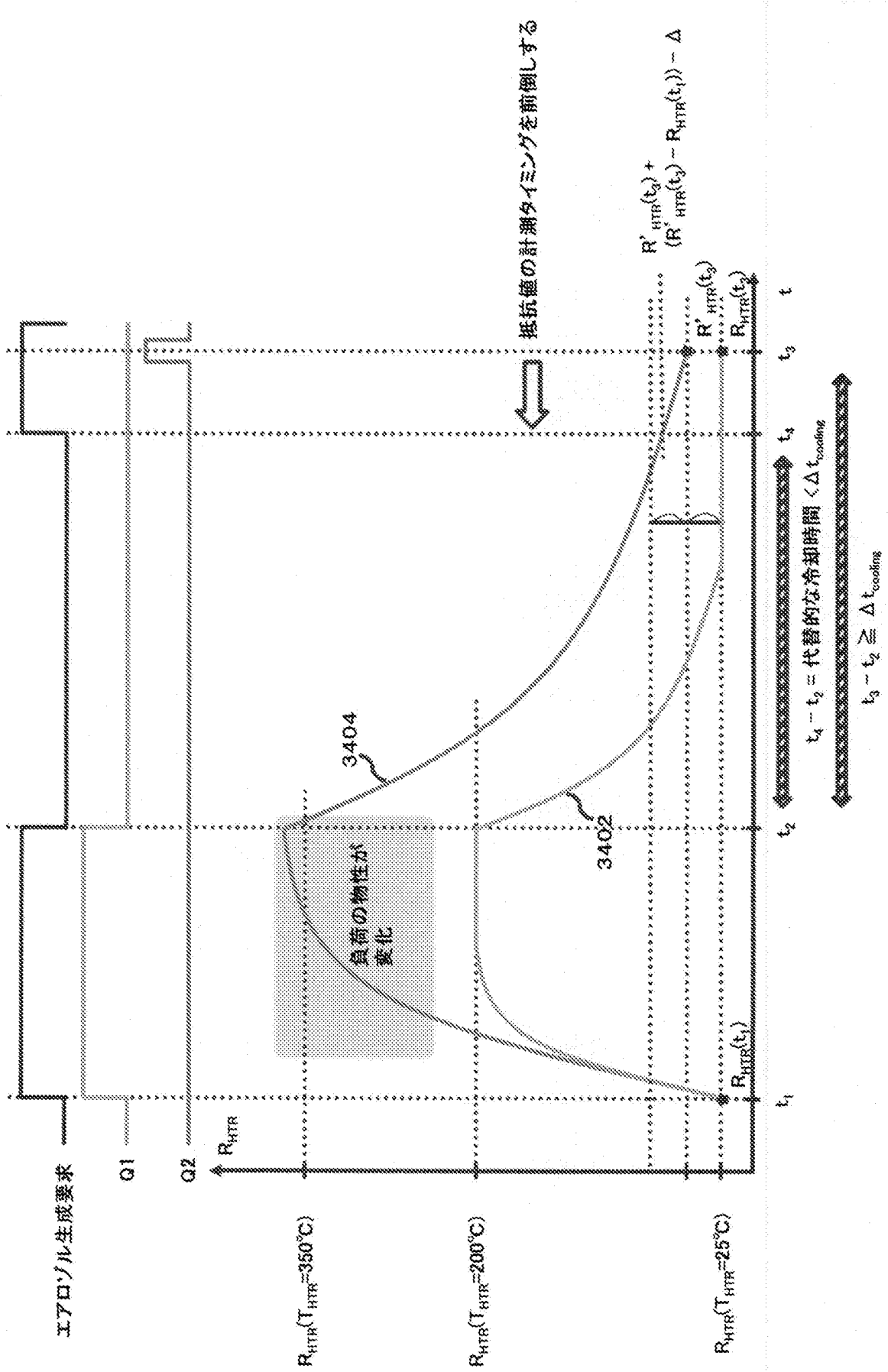
[図32]



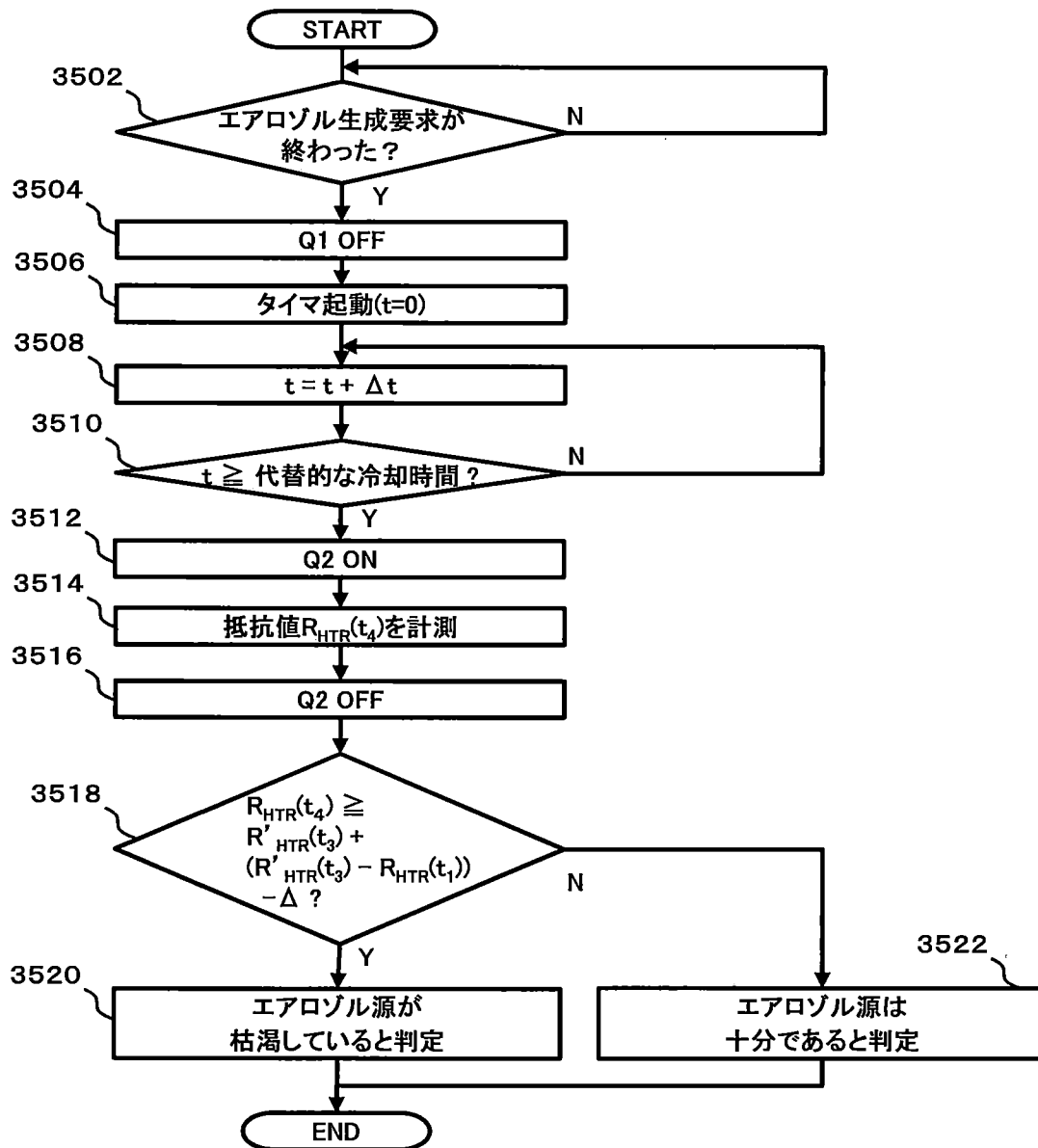
[図33]



[図34]



[図35]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/023731

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. A24F47/00 (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)

Int. Cl. A24F47/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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	WO 2017/185355 A1 (HUIZHOU KIMREE TECHNOLOGY CO., LTD. SHENZHEN BRANCH) 02 November 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-24
A	US 2014/0014126 A1 (PELEG, Eyal) 16 January 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-24
A	JP 2015-531600 A (PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A.) 05 November 2015, entire text, all drawings & US 2015/0237916 A1 & WO 2014/040988 A2 & EP 2895930 A & KR 10-2015-0084779 A & CN 105027016 A	1-24
A	WO 2017/144191 A1 (PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A.) 31 August 2017, entire text, all drawings & US 2017/0245551 A1	1-24

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  
14.08.2018

Date of mailing of the international search report  
28.08.2018

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**International application No.  
PCT/JP2018/023731

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/084818 A1 (PHILIP MORRIS PRODUCTS S.A.) 26 May 2017, entire text, all drawings & US 2017/0135406 A1	1-24

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A24F47/00(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（IPC））

Int.Cl. A24F47/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	WO 2017/185355 A1 (HUIZHOU KIMREE TECHNOLOGY CO., LTD. SHENZHEN BRANCH) 2017.11.02, 全文、全図（ファミリーなし）	1-24
A	US 2014/0014126 A1 (PELEG, Eyal) 2014.01.16, 全文、全図（ファミリーなし）	1-24

☑ 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

14.08.2018

国際調査報告の発送日

28.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

西尾 元宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

3L

3317



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	JP 2015-531600 A (フィリップ・モーリス・プロダクツ・ソシエテ・アノニム) 2015.11.05, 全文、全図 & US 2015/0237916 A1 & WO 2014/040988 A2 & EP 2895930 A & KR 10-2015-0084779 A & CN 105027016 A	1-24
A	WO 2017/144191 A1 (PHILIP MORRIS PRODUCTS S. A.) 2017.08.31, 全文、全図 & US 2017/0245551 A1	1-24
A	WO 2017/084818 A1 (PHILIP MORRIS PRODUCTS S. A.) 2017.05.26, 全文、全図 & US 2017/0135406 A1	1-24