

(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
2014 年 2 月 6 日(06.02.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/021236 A1

- (51) 国際特許分類:
G01W 1/00 (2006.01) F02C 7/057 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/070400
- (22) 国際出願日: 2013 年 7 月 28 日(28.07.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-170656 2012 年 7 月 31 日(31.07.2012) JP
- (71) 出願人: 日揮株式会社 (JGC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町 2 丁目
2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 櫻井 達也(SAKURAI Tatsuya); 〒1600023
東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 2 5 号 日本エ
ヌ・ユー・エス株式会社内 Tokyo (JP). 佐竹 晋
輔(SATAKE Shinsuke); 〒1600023 東京都新宿区西
新宿 7 丁目 5 番 2 5 号 日本エヌ・ユー・エス
株式会社内 Tokyo (JP). 門 謙一郎(KADO
Kenichiro); 〒2206001 神奈川県横浜市西区みなと
みらい 2 丁目 3 番 1 号 日揮株式会社内

Kanagawa (JP). 久保田 圭(KUBOTA Kei); 〒
2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2 丁
目 3 番 1 号 日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 胡
希東(HU Xidong); 〒2206001 神奈川県横浜市西区
みなとみらい 2 丁目 3 番 1 号 日揮株式会社内
Kanagawa (JP). 山室 惠太(YAMAMURO Keita); 〒
2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2 丁
目 3 番 1 号 日揮株式会社内 Kanagawa (JP). 角谷
謙(KAKUTANI Yuzuru); 〒2206001 神奈川県横浜
市西区みなとみらい 2 丁目 3 番 1 号 日揮株式
会社内 Kanagawa (JP). 浅香 輝(ASAKA Teru); 〒
2206001 神奈川県横浜市西区みなとみらい 2 丁
目 3 番 1 号 日揮株式会社内 Kanagawa (JP).

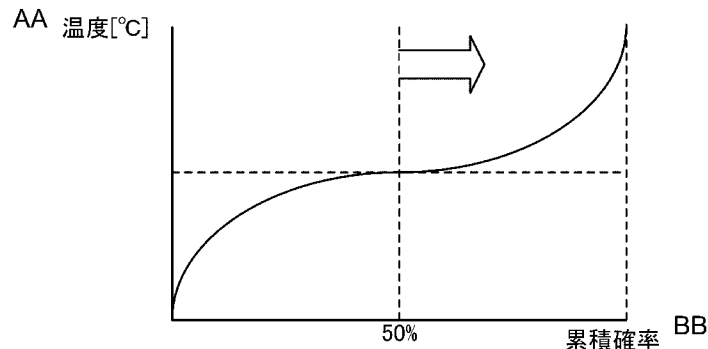
(74) 代理人: 高橋 真二(TAKAHASHI Shinji); 〒
1580081 東京都世田谷区深沢 4 - 8 - 7 Tokyo
(JP).

(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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: WEATHER REPRODUCTION METHOD, WEATHER REPRODUCTION DEVICE, AND AIR USE DEVICE

(54) 発明の名称: 気象再現方法、気象再現装置及び空気利用装置



AA Temperature (°C)
BB Cumulative probability

(57) Abstract: Provided is a weather reproduction method that reproduces weather by means of a weather simulation in order to design an air use device and wherein, from a plurality of weather information containing temperature data and in which regions and times are associated, a plurality of weather information sets are selected in which a first region containing the disposition location at which the air use device is to be disposed is associated with a plurality of times in a set period, a differential equation is solved of weather information that is in accordance with an analysis model for the weather simulation with the plurality of selected weather information sets as input data, a plurality of first narrow-region weather information sets are generated that are associated with a plurality of second regions that are narrower than the first region, a second narrow-region weather information set having the second region containing the disposition location as the subject is selected from the plurality of generated first narrow-region weather information sets, and in order to calculate the design temperature of the air use device, the temperature exceedance probability distribution or the temperature cumulative frequency distribution in the set period is generated using the temperature data contained in the second narrow-region weather information set.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/021236 A1



LT, 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, 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.

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).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現方法であつて、領域及び時刻に関係付けられ、温度データを含む複数の気象情報から、空気利用装置が配置される配置場所を含む第 1 領域における、一定期間内の複数の時刻に関係づけられる気象情報セットを複数選択し、選択された複数の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う気象情報の微分方程式を解いて、第 1 領域内のより狭い複数の第 2 領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報セットを複数生成し、生成した複数の第 1 狭域気象情報セットのうち、配置場所を含む第 2 領域を対象とする第 2 狭域気象情報セットを選択し、空気利用装置の設計温度を算定するために、第 2 狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、一定期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成する気象再現方法が提供される。

明 細 書

発明の名称 : 気象再現方法、気象再現装置及び空気利用装置

技術分野

[0001] 本発明は、過去の気象データを用いて、当該気象データより狭い領域の気象データを再現する気象再現方法、および気象再現装置に関し、特に、気象観測データの無い地点に配置される空気利用装置を設計するために、気象データを再現する気象再現方法、気象再現装置、および空気利用装置に関する。

背景技術

[0002] 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源又は冷熱源、動力源、及び／又は、反応物として利用する空気利用装置がある。空気を冷熱源として利用する空気利用装置は、例えば、エアフィンクーラがある。動力源として利用する空気利用装置は、風力発電機がある。空気を反応物として利用する装置は、例えば、燃焼反応を起こすガスタービンであったり、酸化改質反応を反応器等がある。

[0003] 工業分野では、回転機、熱交換器、及び圧力容器等は、設計圧力、設計温度と呼ばれる特定の圧力や温度以内に安全に操作できるよう設計されているが、機器の実際の使用温度が、設計温度を超える場合、所望の性能を得るのが困難になる。例えば、ガスタービンであれば、所望の出力より低くなり、空冷式熱交換器であれば所望の熱交換量より低くなる。

[0004] そのため、空気利用装置を設計するために、空気利用装置が配置される環境の温度を、現地で実測し、それに基づいて設計温度を決定することが通常である。

[0005] 例えば、ガスタービンの排気ガスの量は、現場の気象条件（温度、気圧及び湿度）の関数であるため、複数の気象データに基づいて、発生排出レベルを含む排出量出力通知を生成して、ガスタービンの排出量を予測する方法が開示されている（下記、特許文献１）。開示の予測方法では、ユーザが、気

象条件の予測を望む場合、第三者天候システムなどにアクセスし、受信したデータと共に天候サービスからのデータを補間して、ガスタービン付近の気象条件を予測する。このようにして、開示の予測方法は、将来の天候データが無い場合、気象予測する。

[0006] また、気象シミュレーションを用いた気象予測（下記、特許文献2）、または、放射性物質等の拡散予測に関する技術（下記、特許文献3）は開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2009-62983号公報

特許文献2：特開2010-60443号公報

特許文献3：特開2005-283202号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 上記のように、空気利用装置が配置される地域で、温度や風向を実測する場合、空気利用装置の設計には、エルニーニョ現象の有無等、年変化の影響を考慮して設計する必要があるため、複数年に渡る温度、風向の実測が必要になる。しかしながら、そのような経年データが無い場合、新たに複数年に渡る温度、風向の実測を行うことは困難であるので、精度の低い環境データに基づいて空気利用装置を設計する必要があった。

[0009] また、上記特許文献1は、NO_x排出量を下げる運転中に生じる燃焼システムのリーンプローアウトを、気象情報を利用して事前対応することで、回避するものであったり、上記特許文献2及び3は、気象予測、または、危険物質の拡散予測等、将来の気象条件の予測を目的としたものであり、空気利用装置の設計のために、気象シミュレーションにより気象を再現することは全く開示されていない。

[0010] 上記課題を解決する第1のセットは、以下に記載の項目のようなものであ

る。

[0011] 項目 A 1. 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現方法であって、

領域及び時刻に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報から、前記空気利用装置が配置される配置場所を含む第 1 領域における、一定期間内の複数の時刻に関係づけられる気象情報セットを複数選択し、

前記選択された複数の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記第 1 領域内のより狭い複数の第 2 領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報セットを複数生成し、

前記生成した複数の第 1 狭域気象情報セットのうち、前記配置場所を含む第 2 領域を対象とする第 2 狭域気象情報セットを選択し、

前記空気利用装置の設計温度を算定するために、前記第 2 狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、前記一定期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成することを備える気象再現方法。

項目 A 2. 前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布は、

(a) 前記温度の累積頻度分布から、少なくとも 50% を超える累積頻度となる温度、

(b) 前記温度の超過確率分布から、少なくとも 50% より小さい超過確率となる温度

(c) 前記 50% を超える累積頻度となる温度又は前記 50% より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加えた温度を、前記設計温度として含み、

前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を出力すること、をさらに備える請求項 1 に記載の気象再現方法。

項目 A 3. 前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前

記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定することをさらに備える、請求項 1 又は 2 に記載の気象再現装置。

項目 A 4. 前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定すること、をさらに備える請求項 3 に記載の気象再現方法。

項目 A 5. 前記再循環の流れに基づいて、前記温度マージンを決定する工程を含む請求項 4 に記載の気象再現方法。

項目 A 6. 前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定すること、をさらに備える請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

項目 A 7. 前記第 1 及び第 2 狭域気象情報は、3 次元のデータであり、風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度を少なくとも 1 つ含む、請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

項目 A 8. 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現装置であって、

領域及び時刻に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報を格納する記憶部と、

前記選択された複数個の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記第 1 領域内のより狭い複数の第 2 領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報セットを複数生成し、

前記生成した複数の第 1 狭域気象情報セットのうち、前記配置場所を含む第 2 領域を対象とする第 2 狭域気象情報セットを選択し、

前記空気利用装置の設計温度を算定するために、前記第 2 狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、前記一定期間における温度の累積頻

度分布又は温度の超過確率分布を生成する処理部と、
を備える気象再現装置。

項目 A 9. 前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布は、

(a) 前記温度の累積頻度分布から、少なくとも 50% を超える累積頻度となる温度、

(b) 前記温度の超過確率分布から、少なくとも 50% より小さい超過確率となる温度

(c) 前記 50% を超える累積頻度となる温度又は前記 50% より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加えた温度を、前記設計温度として含み、

前記処理部は、

前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を出力する、請求項 8 に記載の気象再現装置。

項目 A 10. 前記処理部は、

前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定する、請求項 8 又は 9 に記載の気象再現装置。

項目 A 11. 前記処理部は、

前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定する請求項 10 に記載の気象再現装置。

項目 A 12. 前記処理部は、前記再循環の流れに基づいて、前記温度マージンを決定する請求項 11 に記載の気象再現装置。

項目 A 13. 前記処理部は、前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定する、請求項 8 ～ 12 の何れか 1 項に記載の気象再現装置。

項目 A 14. 前記第 1 及び第 2 狭域気象情報は、3 次元のデータであり、

風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度を少なくとも1つ含む、請求項8～13の何れか1項に記載の気象再現装置。

項目A15. 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置であって、

前記空気を吸い込む吸込み部、

前記吸込み部で吸込まれた空気を用いて熱交換、反応、及び動力回収の何れかをする操作部、

前記熱交換、反応、及び動力回収の何れかの操作により放出されるガスを吐き出す排出部を備え、

領域及び時刻に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報から、前記空気利用装置が配置される配置場所を含む第1領域における、一定期間内の複数の時刻に関係づけられる気象情報セットを複数選択し、

前記選択された複数の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記第1領域内のより狭い複数の第2領域に関係づけられる第1狭域気象情報セットを複数生成し、

前記生成した複数の第1狭域気象情報セットのうち、前記配置場所を含む第2領域を対象とする第2狭域気象情報セットを選択し、

前記第2狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、前記一定期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成し、

(a) 前記温度の累積頻度分布から、少なくとも50%を超える累積頻度となる温度、

(b) 前記温度の超過確率分布から、少なくとも50%より小さい超過確率となる温度

(c) 前記50%を超える累積頻度となる温度又は前記50%より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加えた温度から選定した設計温度に基づいて設計された空気利用装置。

項目 A 1 6. 前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定して、得られた設計温度に基づいて設計された請求項 1 5 に記載の空気利用装置。

項目 A 1 7. 前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定し、

前記再循環の流れに基づいて、前記温度マージンを決定して、得られた設計温度に基づいて設計された請求項 1 5 又は 1 6 に記載の空気利用装置。

項目 A 1 8. 前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定することである、請求項 1 5 ～ 1 7 の何れか 1 項に記載の空気利用装置。

[0012] 上記課題を解決する第 2 のセットは、以下に記載の項目のようなものである。

[0013] B 1. 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現方法であって、

時刻及び領域に関係付けられ、少なくとも風向データを含む複数の気象情報から、前記空気利用装置が配置される配置場所を含む領域、及び、ある期間を通した複数の時刻に関係づけられる気象情報のセットを選択し、

前記気象情報のセットの各々を入力データとして、気象シミュレーションのための気象解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記気象情報の領域より狭い領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報のセットを生成し、

前記第 1 狭域気象情報のセットのうち、前記配置場所を含む領域を対象とする第 2 狭域気象情報のセットを選択し、

前記空気利用装置の配置方向を決定するために、前記第 2 狭域気象情報のセットに含まれる風向データを用いて、最も累積頻度が高くなる風向を算定

することを特徴とする気象再現方法。

B 2. 前記算定した風向に基づいて、風上にある前記空気利用装置の排出部により排出したガスを、風下にある前記空気利用装置の吸込み部が吸い込まないように、前記領域に前記空気利用装置を配置する配置図を生成する項目 B 1 に記載の気象再現方法。

B 3. 前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定すること、をさらに備える項目 B 1 又は B 2 に記載の気象再現方法。

B 4. 前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定し、

前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出して温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定することを含む、項目 B 1 ～ B 3 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

B 5. 前記空気利用装置が配置される領域が、整地、土地利用、設備設置の何れかにより、前記気象情報の地形と異なる場合、前記整地、土地利用、設備設置の何れかを反映した地形情報に基づいて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定することをさらに備える項目 B 1 ～ B 4 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

B 6. 前記第 1、及び第 2 狭域気象情報は、3 次元のデータであり、風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度を少なくとも 1 つ含む、項目 B 1 ～ B 5 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

B 7. 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現装置であって、

時刻及び領域に関係付けられ、少なくとも風向データを含む複数の気象情報から取得した前記空気利用装置が配置される配置場所を含む領域、及び、

ある期間を通した複数の時刻に関係づけられる気象情報のセットを格納する記憶部と、

前記気象情報のセットを選択し、

前記気象情報のセットの各々を入力データとして、気象シミュレーションのための気象解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記気象情報の領域より狭い領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報のセットを生成し、

前記第 1 狭域気象情報のセットのうち、前記配置場所を含む領域を対象とする第 2 気象情報のセットを選択し、

前記第 2 気象情報のセットに含まれる風向データを用いて、前記空気利用装置の配置方向を決定するために、最も累積頻度が高くなる風向を算定する処理部と、

を備える気象再現装置。

B 8. 前記処理部は、前記算定した風向に基づいて、風上にある前記空気利用装置の吐出部により排出したガスを、風下にある前記空気利用装置の吸込み部が吸い込まないように、前記領域に前記空気利用装置を配置する配置図を生成する項目 B 7 に記載の気象再現装置。

B 9. 前記処理部は、前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定する、項目 B 7 又は 8 に記載の気象再現装置。

B 10. 前記処理部は、前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前記気象データより狭い領域の気象場情報を算定し、

前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出して温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定することを含む、項目 B 7 ～ B 9 の何れか 1 項に記載の気象再現装置。

B 11. 前記空気利用装置が配置される領域が、整地、土地利用、設備設置の何れかにより、前記気象情報の地形と異なる場合、前記整地、土地利用

、設備設置の何れかを反映した地形情報に基づいて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定することをさらに備える項目 B 7 ～ B 1 0 の何れか 1 項に記載の気象再現装置。

B 1 2. 前記第 1、及び第 2 狭域気象情報は、3 次元のデータであり、風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度を少なくとも 1 つ含む、項目 B 7 ～ B 1 1 の何れか 1 項に記載の気象再現装置。

B 1 3. 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置であって、

前記空気を吸い込む吸込み部、

前記吸込み部で吸込まれた空気を用いて熱交換、反応、及び動力回収の何れかをする操作部、

前記熱交換、反応、及び動力回収の何れかの操作により放出されるガスを吐き出す排出部を備え、

時刻及び領域に関係付けられ、少なくとも風向データを含む複数の気象情報から、前記空気利用装置が配置される配置場所を含む領域、及び、ある期間を通した複数の時刻に関係づけられる気象情報のセットを選択し、

前記気象情報のセットの各々を入力データとして、気象シミュレーションのための気象解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記気象情報の領域より狭い領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報のセットを生成し、

前記第 1 狭域気象情報のセットのうち、前記配置場所を含む領域を対象とする第 2 狭域気象情報のセットを選択し、

前記第 2 狭域気象情報のセットに含まれる風向データを用いて、最も累積頻度が高くなる風向として算定した算定風向に基づいて、前記領域に配置されることを特徴とする空気利用装置。

B 1 4. 前記第 2 狭域気象情報のセットに含まれる風向データにおける風上にある前記排出部により排出したガスを、前記第 2 狭域気象情報のセット

に含まれる風向データにおける風下にある前記吸込み部が吸い込まないように、配置される項目 B 1 3 に記載の空気利用装置。

B 1 5. 前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定し、前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出して温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定し、

前記再循環が生じないように、前記領域に配置される項目 B 1 3 又は B 1 4 に記載の空気利用装置。

- [0014] 開示の気象再現方法及び気象再現装置は、空気利用装置が設置される場所の気象データがない場合でも、空気利用装置が配置される配置場所を含む領域、及び、ある期間を通した複数の時刻に関係づけられる気象情報を入力データとして、配置場所を含む領域を気象シミュレーションすることで再現する気象に基づいて、設計に必要な温度を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1A]気象再現装置の機能構成の一例を示す図である。
- [図1B]気象情報のデータテーブルの一例を示す図である。
- [図2]気象再現装置のハードウェア構成の一例を示す図である。
- [図3A]空気利用装置の一例を示す図である。
- [図3B]空気利用装置の具体例を示す図である。
- [図3C]空気利用装置の別な具体例を示す図である。
- [図4A]広域気象情報の一例を示す図である。
- [図4B]図 4 A で示した広域気象情報を拡大した例を示す図である。
- [図5]狭域気象情報の一例の一例を示す図である。
- [図6]気象場情報の一例を示す図である。
- [図7A]狭域気象情報より得られた温度データと、風速データの一例を示す図である。
- [図7B]狭域気象情報の温度データから得られる温度の累積頻度分布である。
- [図7C]狭域気象情報の温度データから得られる温度の超過確率分布である。

[図8A]液化された炭化水素ガスの量と、設計温度の関係の一例を示す図である。

[図9]狭域気象情報の風向データから得られる風配図である。

[図10A]主風向とエアフィンクーラの関係を示す図である。

[図10B]主風向とエアフィンクーラの関係を示す図である。

[図11A]主風向とガスタービンの関係を示す図である。

[図11B]主風向とガスタービンの関係を示す図である。

[図12A]主風向と液化プラントの関係を示す図である。

[図12B]主風向と液化プラントの関係を示す図である。

[図13]温度解析設計のフローチャートの一例を示す図である。

[図14]風向解析設計のフローチャートの一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照して、1. 気象解析モデル、2. 数値流体解析、3. 気象再現装置の機能構成及びハードウェア構成、4. 空気利用装置、5. 空気利用装置近辺の気象情報の再現、6. 空気利用装置近辺の温度累積頻度分布、7. 液化プラントにおける設計温度と製造量の関係、8. 空気利用装置近辺の風配図、9. 空気利用装置を配置した配置図と、それによる空気利用装置、10. 温度解析設計のフローチャート、11. 風向解析設計のフローチャートについて、順に説明する。

[0017] 1. 気象解析モデル

気象解析モデルとは、様々な物理モデルを含み、それらをコンピュータで解くことで、空間解像度の高い気象の再現計算を行うことで、気象シミュレーションできる。気象シミュレーションの利点としては、現地観測に比べて、空間解像度の高い気象情報を推定することができる点にある。

[0018] 気象シミュレーションを行うためには、ネットワークからダウンロードした気象データベースから、初期値、境界値データを取り込む必要がある。空気利用装置を設計するために、十分に詳細な空間解像度はないが、空気利用装置が配置される領域を含む広域に関する気象情報（以下、「広域気象情報

」と言う)として、例えば、NOAA(アメリカ海洋大気庁)等が提供する6時間毎の再評価された全球客観解析データであるNCEP(National Centers for Environmental Prediction)がある。広域気象情報としてのNCEPデータは、世界を格子状(格子間隔は、1.5~400km)に分割したときの3次元格子点上の気象要素(風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度)を含み、6時間毎に用意されている。本実施形態によれば、エルニーニョ現象の有無等、年変化の影響を考慮して設計する必要があるため、複数年に渡る広域気象情報(例えば、上述のNCEPデータ)を、初期値、境界値データとして用いる。

[0019] 気象解析モデルに含まれる物理モデルは、例えば、WRF(The Weather Research & Forecasting Model)がある。WRFには、さまざまな物理モデルが含まれている。物理モデルには、日射量及び大気放射量を計算する放射モデル、乱流混合層を表現する乱流モデル、地表面温度、土壌温度、土中水分量、積雪量、地表面フラックスを算出する地表面モデルなどがある。

[0020] 気象解析モデルは、流体の運動に関するナビエストークスの方程式や大気観測結果から導出された経験的な方程式などからなる大気中の流体の動きを表す偏微分方程式と、質量およびエネルギーの保存則を記述した偏微分方程式を含み、上記微分方程式を連立させて解くことで、気象シミュレーションが実行できる。よって、広域気象情報を、初期値と境界値としての入力データとして、気象シミュレーションのための気象解析モデルに従う微分方程式を解いて、広域気象情報より狭い空間解像度の領域に関係づけられる空気利用装置の配置領域の気象情報を生成できる。このようにして生成した気象情報を「狭域気象情報」という。

[0021] 2. 数値流体解析

数値流体解析とは、流体の運動に関する方程式をコンピュータで解く、数値流体力学(Computational Fluid Dynamics)を応用し、流れを観察する数値解析及びシミュレーション手法を言う。具体的には、流体力学式であるナビエストークス方程式を用い

、有限体積法(Finite Volume Method)により空間的に流体の状況を算定する。数値流体解析の手順としては、検討対象とする施設の構造を再現した3Dモデルデータの作成工程、検討対象範囲を、計算最小単位となる格子に分割を行う格子生成工程、コンピュータを用いて、初期値、及び境界値を取り込み、各格子における流体力学式を解く工程、解析結果により得られる諸値(流速、圧力等)をコンター表示やベクトル表示などの画像として出力する出力工程を含む。

[0022] 数値流体解析は、気象解析モデルよりも高い解像度の流体シミュレーションを実現可能であるため、気象シミュレーションでは再現することが非常に困難な、風速・風向の細かな変化や、数センチから数メートルスケールの気流の乱れから建築物周辺の気流の変化といった、その空間スケール特有の気流現象についての情報を提供することができる。

[0023] 3. 気象再現装置の機能構成、及びハードウェア構成

気象再現装置は、気象解析モデル、及び、数値流体解析を実施して、空気利用装置が配置される狭域の狭域気象情報を算定する。また、気象再現装置は、後述する設計温度算定処理、又は、風配図生成処理を行ってもよい。

[0024] 図1Aは、気象再現装置の機能構成の一例を示す図である。図1Aに示す気象再現装置90は、データやプログラムを格納する記憶部12、数値演算処理を行う処理部14を有する。記憶部12には、WRF等の気象解析プログラム901、数値流体解析プログラム903、設計温度算定プログラム905、風配図生成プログラム907、配置図を生成する図面出力プログラム909、気象データベース800、NCEPデータ等の広域気象情報801、気象シミュレーションにより得られる狭域気象情報803、数値流体解析により得られる気流場情報805、温度解析データ807、風向解析データ808、及び配置図データ809が格納される。気象データベースは、広域気象データ801を保持し、外部からダウンロード、または、記憶媒体を通して得られる。

[0025] 処理部14は、気象解析プログラム901を実行することで、広域気象情

報 801 から狭域気象情報 803 を生成し、記憶部 12 に格納する気象解析処理を行う。さらに、処理部 14 は、数値流体解析プログラム 903 を実行することで、狭域気象情報 803 から気流場データ 807 を生成し、記憶部 12 に格納する数値流体処理を行う。同様に、処理部 14 は、設計温度算定プログラム 905、及び風配図生成プログラム 907 を実行して、後述する設計温度算定処理、及び、風配図生成処理をそれぞれ実行し、関連する温度解析データ 807 及び風向解析データ 809 を、画像などデータを表示する表示部 16 に表示する。

[0026] さらに、処理部 14 は、配置図生成プログラム 909 を実行して、風向解析データ 808 に基づく、配置図データ 809 を出力する。

[0027] 図 1 B は、気象情報のデータテーブルの一例を示す図である。図 1 B に示すデータテーブルは、広域気象情報 801 を示しているが、狭域気象情報 803 にも適用されるデータテーブルである。ただし、広域気象情報は、狭域気象情報の対象とする領域を含み、より広域の気象情報を対象とする。図 1 B に示すように、気象情報は、時間を主キーとして、風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度の各種データから構成される複数レコードのレコードセットとして示される。言い換えれば、温度によって分類される気象情報セットであり、広域気象情報 801 及び狭域気象情報 803 は、領域によって分類される複数の気象情報セットである。

[0028] 図 2 は、気象再現装置のハードウェア構成の一例を示す図である。図 2 に示す気象再現装置 90 は、プロセッサ 12 A、主記憶装置 14 A、ハードディスクや SSD (Solid State Drive) 等の補助記憶装置 14 B、記憶媒体 900 からデータを読み出すドライブ装置 15、及び、NIC (ネットワーク・インタフェース・カード) などの通信装置 19 を備え、これらの構成要素は、互いにバス 20 で接続する。気象再現装置 90 は、外部にある出力装置としてのディスプレイ 16、及び、キーボードやマウスのような入力装置 17 と接続する。図 1 A に示す処理部 12 は、プロセッサ 12 A に相当し、記憶部 14 は、主記憶装置 14 A に相当する。

[0029] 記憶媒体 900 には、図 1 A に示した気象データベース 800、気象解析プログラム 901、数値流体解析プログラム 903、設計温度算定プログラム 905、風配図生成プログラム 907、及び配置図生成プログラム 909 をデータとして記憶してもよい。これらのデータ 800～909 は、図 1 A にしめすように記憶部 12 に格納される。

[0030] 気象再現装置 90 は、ネットワーク 40 を介して、外部のサーバ 200 や、コンピュータ 210、220 に接続してもよい。コンピュータ 210 及び外部サーバ 200 は、気象再現装置 90 と同じ構成要素を有してもよい。例えば、サーバ 200 にある気象データベース 800 を、ネットワーク 40 を介して受信することができる。また、図 1 A に示したプログラムのうち、システム負荷の高い気象シミュレーションに係る気象解析プログラム 901 のみを、気象再現装置 90 に格納し、他のプログラムをコンピュータ 210、220 の何れかに格納し、そこで実行させてもよい。

[0031] また、上記説明においては、コンピュータというハードウェアに限定したが、気象再現装置 90 はデータセンタの仮想サーバであってもよい。その場合、データセンタの記憶部にプログラム 901～909 を格納し、データセンタの処理部で、それらを実行し、データセンターからクライアントコンピュータにデータを出力するというハードウェア形態であってもよい。外部サーバ 200 は、気象データベースを有していてもよい。その場合、気象再現装置 90 は、外部サーバ 200 から広域気象データを取得する。

[0032] 4. 空気利用装置

図 3 A は、空気利用装置の一例を示す図である。図 3 A に示す空気利用装置 100 は、屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する。空気利用装置 100 は、必ずしも必須の構成要素ではないが、空気を吸い込む吸込み部 101、吸込み部で吸込まれた空気をういて熱交換、反応、及び動力回収の何れかをする操作部 102、熱交換、反応、及び動力回収の何れかの操作により放出されるガスを吐き出す排出部 103 を備える。

[0033] 図3Bは、空気利用装置の具体例を示す図である。図3Bには、空気利用装置の例として、エアフィンクーラ100Aと、ガスタービン100Bとを示す。ガスタービン100Bは、吸込み部101Bと、操作部102B、排出部（煙突）103Bを有する。吸込み部101Bで吸気した空気を用いて、操作部102Bで可燃性ガスを燃焼し、タービンを回転させて駆動力を生じさせ、圧縮機110Aを回転する。排気ガスは、煙突103Bから排気させる。圧縮機110Aにより圧縮されたガスは、エアフィンクーラ100Aに供給される。なお、図示した操作部102Bは、酸化改質反応を反応器であってもよい。

[0034] エアフィンクーラ100Aは、下部にある吸込み部101A（図示せず）から吸気した空気で、圧縮機110により加熱された吐出ガスを、熱交換器102Aで冷却し、上部にある排出部103A（図示せず）に放出する。エアフィンクーラ100Aにより冷却された圧縮ガスは、冷却装置120で、減圧膨張に伴う温度低下し、被冷却媒体を冷却する。減圧し、加熱したガスは、再度、圧縮機110Aに戻される。一実施形態によれば、被冷却媒体は、例えば、メタン、エタン等の炭化水素ガスであり、冷却装置120で冷却することで、液化する。

[0035] なお、上記において、空気利用装置は、エアフィンクーラと、ガスタービンの何れかで説明したが、空気利用装置は、エアフィンクーラと、ガスタービンとを備える、炭化水素ガスを液化する液化プラントであってもよい。また、以下では、エアフィンクーラ、ガスタービン、及び、液化プラントの例で、気象再現方法、又は、気象再現装置の実施例を説明するが、本発明の一実施形態は、気象再現方法、又は、気象再現装置によって設計された配置図に基づくエアフィンクーラ、ガスタービン、及び、液化プラントを含む。

[0036] 図3Cは、空気利用装置の別な具体例を示す図である。空気利用装置の例として、風力発電機100Cが示される。風力発電機100Cのプロペラは、吸込み部101Cと、排出部103Cに相当し、原動機は、操作部102Cに相当する。

[0037] 5. 空気利用装置近辺の気象情報の再現

図4 Aは、広域気象情報の一例を示す図である。図4 Aには、日本地図上にある広域気象情報A 1 0 0が示される。

[0038] 図4 Bは、図4 Aで示した広域気象情報を拡大した例を示す図である。図4 Bに示す広域気象情報A 1 0 0には、空気利用装置1 0 0が配置される領域が示される。1 1 0 0は、海岸線を示す。湾岸線1 1 0 0の紙面に向かい左側が、海であり、右側が陸である。図5は、狭域気象情報の一例の一例を示す図である。図5には、気象シミュレーションの対象となる領域が示され、領域は、気象シミュレーションを行うために、複数の領域A 1 ~ A 1 5に区画され、それぞれが計算グリッドに対応する。例えば、グリッド解像度が9 k mの場合、計算領域は5 4 9 k m × 5 4 9 k mであり、グリッド解像度が1 k mの場合、計算領域は9 3 k m × 9 3 k mである。よって、これら領域A 1 ~ A 1 5は、東西方向及び南北方向に1 ~ 9 k mの距離間隔で、格子状に評価地点が設定される。

[0039] 図5に示すように、空気利用装置1 0 0が配置されており、その領域の温度又は風向を得るために、処理部1 2は、広域気象情報A 1 0 0を気象解析モデルに従う気象情報の微分方程式を解いて、狭域気象情報A 1 ~ A 1 6を生成する。

[0040] 図6は、気象場情報の一例を示す図である。処理部1 2は、図6に示す狭域気象情報A 1 6に対して、数値流体解析を行い、狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定する。領域A 1 5を算出した後、領域A 1 5の気象場情報を初期値として、流体力学モデル（C F Dモデル）を用いて空気利用装置1 0 0周辺の詳細気象場情報を求めてもよい。この場合、気象シミュレーションのグリッド解像度（例えば、1 k m）よりずっと小さく0. 5 m刻みで求めることができる。

[0041] 空気利用装置1 0 0が配置される目的領域A 1 5における気象場情報は、流体力学モデルを用いて求められることができるので、建造物の形状などを考慮に入れた緻密なデータを得ることができる。流体力学モデルの一例とし

ては、例えば、 $K \cdot \varepsilon$ 、LES、DNSなどが挙げられる。

[0042] 本実施形態に係る計算装置は、目的とする領域の気象場情報のみ詳細なデータを得ればよいので、領域A2から領域A15までの全てをCFDモデル解析する必要はない。そのため、CFDモデル解析による膨大な計算時間を要することなく、目的とする領域のみCFD解析することで、精度の向上と、処理時間の短縮が可能になる。

[0043] 図6の320は、排出ガスの再循環流れを示す。CFD解析により、気象シミュレーションでは明らかにならなかった、空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定して、明らかにすることができる。これにより、再循環流れにより、後述する温度データに対して温度マージンをどの程度とればよいのか判断することができる。また、再循環の流れがわかり、それにより、適切な空気利用装置の配置場所を得ることができる。

[0044] また、例えば、図5のA3に、飛行場等があり、必要な温度データや、風向データの観測データが利用可能である場合、それらのデータを入力値として、第1狭域気象情報のセットを再算定してもよい。これにより、利用可能な現地のデータを用いて気象シミュレーションの精度を上げることができる。

[0045] さらに、空気利用装置が配置される領域A16が、整地、土地利用、設備設置の何れかにより、気象情報の地形と異なる場合がある。このような場合でも、空気利用装置の配置により、整地、土地利用、設備設置の何れかを反映した地形情報に基づいて、第1狭域気象情報のセットを再算定してもよい。これにより、空気利用装置が建設された後の気象条件を正確にシミュレーションすることができる。

[0046] 6. 空気利用装置近辺の温度累積頻度分布

図7Aは、狭域気象情報より得られた温度データと、風速データの一例を示す図である。狭域気象情報は、例えば、3年間の時間にわたり得られるが、図7Aでは例として2009年のデータを示す。

[0047] 空気利用装置が、液化プラントの場合、それは、大規模な冷凍システムをもち、冷凍システムを循環する冷媒が、圧縮された後にエアフィンクーラで液化されると、外気温度により、その性能は大きく変化する。例えば、外気温度が高温になると、冷媒を液化する圧力が上がり、外気温度が低下すると、冷媒を液化する圧力が下がる。そのため、外気温度によって、液化プラントの処理能力そのものが大きく変化する。

[0048] 外気温度は、昼、夜、夏、冬に変化するので、液化プラントの生産量は、様々な温度で計算される。しかしながら、実際には、液化プラントの設計条件は制限される。ガスの組成が軽質であり、外気温度が高い（例えば、累積頻度が99%）ケースで、外気温度を選ぶと、いかなる環境温度であっても所望の製造量の液化ガスを製造できるが、プラントの投資コストは高くなる。ガスの組成が重質であり、外気温度が低い（例えば、累積頻度が1%）ケースでは、その逆となり、性能保証の観点で採用できない。よって、ガス組成は、重質でも、軽質でもない平均的なガス組成として、設計温度は以下のように決める。

[0049] 図7Bは、狭域気象情報の温度データから得られる温度の累積頻度分布であり、図7Cは、狭域気象情報の温度データから得られる温度の超過確率分布である。処理部12が、これらのデータを生成し、そして、ディスプレイ16に出力される。

[0050] さらに、処理部12は、温度の累積頻度分布から、少なくとも50%を超える累積頻度となる温度を算定すること、温度の超過確率分布から、少なくとも50%より小さい超過確率となる温度を算定すること、及び、前記50%を超える累積頻度となる温度又は前記50%より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージン（例えば2℃）を加えること、の何れか1つの工程により設計温度を算定する。このようにして算定された温度が、空気利用装置100を設計するための設計温度となる。

[0051] このようにして得られた設計温度により、設計された空気利用装置100が、例えば、液化プラントである場合、性能未達になることなく、所望の製

造量を液化ガスを製造するとともに、プラントの投資コストをさげることができる。

[0052] 7. 液化プラントにおける設計温度と製造量の関係

図8Aは、液化された炭化水素ガスの製造量と、設計温度の関係の一例を示す図である。空気利用装置100は、外気温が、設計温度以上の温度となった場合、空気利用装置100の性能は、急激に下げる傾向にある。例えば、図3の例において、エアフィンクーラ100Aが、図8Aに示す設計温度で設計された場合、外気温が設計温度を超える温度となると、液化炭化水素ガスの製造量が急激に下がるため、所定の性能を満たせなくなる。本実施形態に係る気象再現装置によれば、正確に実際の温度をシミュレートするので、実測データがない環境において空気利用装置100を設計する場合でも、外気温を再現し、設計温度を得ることで、所望の性能を有する空気利用装置の設計が可能になる。

[0053] 8. 空気利用装置近辺の風配図

図9は、狭域気象情報の風向データから得られる風配図である。風配図とは、ある地点のある期間における、各方位の風向および風速の頻度を表した図である。周囲方向に延びるほど、累積頻度が高い。また、そのときの風速も、網掛け表示などにより示される。この時得られる最も累積頻度が高い風向きを主風向という。図9では、主風向は、300で示される。方位記号310は、主風向300に対応する。以下に説明する図では、方位記号の南(S)が、主風向であることを示す。

[0054] このように生成された設計温度又は主風向に基づいて、図3に示す空気利用装置は生成される。

[0055] 9. 空気利用装置を配置した配置図と、それによる空気利用装置

図10A及び図10Bは、主風向とエアフィンクーラの関係を示す図である。図10Aに示すエアフィンクーラ100A-1、100A-2は、主風向300に対して、風上にあるエアフィンクーラ100A-1の排出部により排出したガスを、風下にあるエアフィンクーラ100A-2の吸込み部が

吸い込むように配置される。このように配置される場合、エアフィンクーラ 100A-2 は、熱い排出ガスを冷却ガスとして利用するため、所望の熱交換が行えなくなり、図 8 A に示したように、所定の性能を満たせなくなる。

[0056] 図そのため、生成した風配図において最も累積頻度が高くなる風向に対して風下に、排気を吸気するようにエアフィンクーラを配置しないことで、上記不具合を回避する。すなわち、算定した風向に基づいて、エアフィンクーラを、風上にある排出部により排出したガスを、風下にある吸込み部が吸い込まないように、配置図上に配置する。

[0057] 図 10 B に示すエアフィンクーラ 100A-1、100A-2 は、主風向 300 に対して、風上にあるエアフィンクーラ 100A-1 の排出部により排出したガスを、風下にあるエアフィンクーラ 100A-2 の吸込み部が吸い込まないように配置される。このように配置される場合、エアフィンクーラ 100A-2 は、所定の性能を満たすことができる。処理部 14 は、主風向を算定後に、主風向に対して、エアフィンクーラ 100A-1 の排出部により排出したガスを、風下にあるエアフィンクーラ 100A-2 の吸込み部が吸い込まないように配置した配置図データ 400A を生成し、出力する。

[0058] 図 11 A 及び図 11 B は、主風向とガスタービンの関係を示す図である。図 11 A に示すガスタービン 100B-1、100B-2 は、主風向 300 に対して、風上にあるガスタービン 100B-1 の排出部により排出したガスを、風下にあるガスタービン 100B-2 の吸込み部が吸い込むように配置される。このように配置される場合、ガスタービン 100B-2 は、熱い排出ガスを吸込みガスとして利用する可能性が高くなり、所望の出力が得られなくなる。

[0059] そのため、生成した風配図において最も累積頻度が高くなる風向に対して風下に、排気を吸気するようにガスタービンを配置しないことで、上記不具合を回避する。すなわち、算定した風向に基づいて、ガスタービンを、風上にある排出部により排出したガスを、風下にある吸込み部が吸い込まないように、配置図上に配置する。

[0060] 図11Bに示すガスタービン100B-1、100B-2は、主風向300に対して、風上にあるガスタービン100B-1の排出部により排出したガスを、風下にあるガスタービン100B-2の吸込み部が吸い込まないように配置される。このように配置される場合、ガスタービン100B-2は、所定の性能を満たすことができる。処理部14は、主風向を算定後に、主風向に対して、ガスタービン100B-1の排出部により排出したガスを、風下にあるガスタービン100B-2の吸込み部が吸い込まないように配置した配置図データ400Bを生成し、出力する。

[0061] 図12A及び図12Bは、主風向とガスタービン及びエアフィンクーラを備える液化プラントの関係を示す図である。図12Aに示す液化プラント100C-1、100C-2は、それぞれ、エアフィンクーラ100A-1、100A-2の排気ガスを、ガスタービン100B-1、100B-2を吸込む構成となっている。さらに、図12Aに示す液化プラント100C-1、100C-2は、主風向300に対して、風上にある液化プラント100C-1の排出部により排出したガスを、風下にある液化プラント100C-1の吸込み部が吸い込むように配置される。このように配置される場合、液化プラント100C-1は、熱い排出ガスを吸込みガスとして利用する可能性が高くなり、所望の性能が得られなくなる。

[0062] そのため、生成した風配図において最も累積頻度が高くなる風向に対して風下に、排気を吸気するように液化プラントを配置しないことで、上記不具合を回避する。すなわち、算定した風向に基づいて、液化プラントを、風上にある排出部により排出したガスを、風下にある吸込み部が吸い込まないように、配置図上に配置する。

[0063] 図11Bに示す液化プラント100C-1、100C-2は、主風向300に対して、風上にある液化プラント100C-1の排出部により排出したガスを、風下にある液化プラント100C-2の吸込み部が吸い込まないように配置される。このように配置される場合、液化プラント100C-2は、所定の性能を満たすことができる。処理部14は、主風向を算定後に、主

風向に対して、ガスタービン100B-1の排出部により排出したガスを、風下にある液化プラント100C-2の吸込み部が吸い込まないように配置した配置図データ400Cを生成し、出力する。

[0064] このように生成された配置図データ400A、400B、及び400Cのそれぞれに基づいて、エアフィンクーラ、ガスタービン、及び、液化プラントが製造又は建設される。これにより、当該実施形態に基づく空気利用装置は、所望の性能を満たすことができる。

[0065] 10. 温度解析設計のフローチャート

図13は、温度解析設計のフローチャートの一例を示す図である。気象再現装置90の処理部14は、気象解析プログラムを実行して、時刻及び領域に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報を含む気象データベースから、空気利用装置が配置される配置場所を含む領域、及び、ある期間を通した複数の時刻に関係づけられる気象情報のセットを選択する処理を行う(S101)。

[0066] 気象再現装置90の処理部14は、気象解析プログラムを実行して、気象情報のセットの各々を入力データとして、気象解析モデルに従う気象情報の微分方程式を解いて、前記気象情報の領域より狭い領域に関係づけられる第1狭域気象情報のセットを生成する処理を行う(S102)。

[0067] 気象再現装置90の処理部14は、気象解析プログラムを実行して、第1狭域気象情報のセットのうち、配置場所を含む領域を対象とする第2狭域気象情報のセットを選択する処理を実行する(S103)。処理部14は、設計温度算定プログラムを実行して、空気利用装置の設計温度を算定するために、前記第2狭域気象情報のセットに含まれる温度データを用いて、ある期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成する処理を行う(S104)。

[0068] 生成処理(S104)は、気象場情報から、少なくとも50%を超える累積頻度となる温度を算定すること、気象場情報から、少なくとも50%より小さい超過確率となる温度を算定すること、及び、前記50%を超える累積

頻度となる温度又は前記50%より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加える、の何れか1つの工程により設計温度を算定してもよい。

[0069] 気象再現装置90の処理部14は、数値流体解析プログラムを実行して、第2狭域気象情報を、3次元の流体力学式で演算して、気象場情報を算出し、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定する(S105)。これにより、再循環の流れに基づいて、気象シュミレーションで得た温度に対する温度マージンを決定することができる。

[0070] 11. 風向解析設計のフローチャート

図14は、温度解析設計のフローチャートの一例を示す図である。図示するステップS201～S203は、図13のS101～S103に相当する。気象再現装置90の処理部14は、風配図生成プログラムを実行して、空気利用装置の配置方向を決定するために、第2狭域気象情報のセットに含まれる風向データを用いて、最も累積頻度が高くなる風向を算定する処理を行う(S204)。さらに、気象再現装置90の処理部14は、配置図生成プログラムを実行して、算定した風向に基づいて、空気利用装置を、風上にある空気利用装置の吐出排出部により排出したガスを、風下にある前記空気利用装置の吸込み部が吸い込まないように、前記領域に前記空気利用装置を配置する配置図を生成する。

[0071] ステップ(S204)の後に、処理部14は、数値流体解析プログラムを実行して、前記第2狭域気象情報を、3次元の流体力学式で演算して、前記第2狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定し、前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出して温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定する(S205)。これにより、再循環の流れに基づいて、最適な、空気利用装置の配置を決定できる。

[0072] 以上説明した実施形態は典型例として挙げたに過ぎず、その各実施形態の構成要素の組合せ、変形及びバリエーションは当業者にとって明らかであり

、当業者であれば本発明の原理及び請求の範囲に記載した発明の範囲を逸脱することなく上述の実施形態の種々の変形を行えることは明らかである。

請求の範囲

[請求項1]

屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現方法であって、

領域及び時刻に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報から、前記空気利用装置が配置される配置場所を含む第1領域における、一定期間内の複数の時刻に関係づけられる気象情報セットを複数選択し、

前記選択された複数の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記第1領域内のより狭い複数の第2領域に関係づけられる第1狭域気象情報セットを複数生成し、

前記生成した複数の第1狭域気象情報セットのうち、前記配置場所を含む第2領域を対象とする第2狭域気象情報セットを選択し、

前記空気利用装置の設計温度を算定するために、前記第2狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、前記一定期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成することを備える気象再現方法。

[請求項2]

前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布は、

(a) 前記温度の累積頻度分布から、少なくとも50%を超える累積頻度となる温度、

(b) 前記温度の超過確率分布から、少なくとも50%より小さい超過確率となる温度

(c) 前記50%を超える累積頻度となる温度又は前記50%より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加えた温度を、前記設計温度として含み、

前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を出力すること、

をさらに備える請求項 1 に記載の気象再現方法。

[請求項3] 前記第 2 狭域気象情報を、3 次元の流体力学式で演算して、前記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定することをさらに備える、請求項 1 又は 2 に記載の気象再現装置。

[請求項4] 前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定すること、をさらに備える請求項 3 に記載の気象再現方法。

[請求項5] 前記再循環の流れに基づいて、前記温度マージンを決定する工程を含む請求項 4 に記載の気象再現方法。

[請求項6] 前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定すること、をさらに備える請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

[請求項7] 前記第 1 及び第 2 狭域気象情報は、3 次元のデータであり、風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度を少なくとも 1 つ含む、請求項 1 ～ 6 の何れか 1 項に記載の気象再現方法。

[請求項8] 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置を設計するために、気象シミュレーションにより気象を再現する気象再現装置であって、

領域及び時刻に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報を格納する記憶部と、

前記選択された複数の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記第 1 領域内のより狭い複数の第 2 領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報セットを複数生成し、

前記生成した複数の第 1 狭域気象情報セットのうち、前記配置場所を含む第 2 領域を対象とする第 2 狭域気象情報セットを選択し、

前記空気利用装置の設計温度を算定するために、前記第2狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、前記一定期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成する処理部と、
を備える気象再現装置。

[請求項9]

前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布は、

(a) 前記温度の累積頻度分布から、少なくとも50%を超える累積頻度となる温度、

(b) 前記温度の超過確率分布から、少なくとも50%より小さい超過確率となる温度

(c) 前記50%を超える累積頻度となる温度又は前記50%より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加えた温度を、前記設計温度として含み、

前記処理部は、

前記温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を出力する、請求項8に記載の気象再現装置。

[請求項10]

前記処理部は、

前記第2狭域気象情報を、3次元の流体力学式で演算して、前記第2狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定する、請求項8又は9に記載の気象再現装置。

[請求項11]

前記処理部は、

前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定する請求項10に記載の気象再現装置。

[請求項12]

前記処理部は、前記再循環の流れに基づいて、前記温度マージンを決定する請求項11に記載の気象再現装置。

[請求項13]

前記処理部は、前記第1狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも1つを含む観測データを用いて、前記第1狭域気象情報のセットを再算定す

る、請求項 8 ～ 1 2 の何れか 1 項に記載の気象再現装置。

[請求項14] 前記第 1 及び第 2 狭域気象情報は、3 次元のデータであり、風向、風速、乱流エネルギー、日射、気圧、雨量、湿度、及び温度を少なくとも 1 つ含む、請求項 8 ～ 1 3 の何れか 1 項に記載の気象再現装置。

[請求項15] 屋外に配置されて、周囲の気象条件により影響を受けるとともに、空気を熱源、動力源、及び反応物の何れかとして利用する空気利用装置であって、

前記空気を吸い込む吸込み部、

前記吸込み部で吸込まれた空気を用いて熱交換、反応、及び動力回収の何れかをする操作部、

前記熱交換、反応、及び動力回収の何れかの操作により放出されるガスを吐き出す排出部を備え、

領域及び時刻に関係付けられ、少なくとも温度データを含む複数の気象情報から、前記空気利用装置が配置される配置場所を含む第 1 領域における、一定期間内の複数の時刻に関係づけられる気象情報セットを複数選択し、

前記選択された複数の気象情報セットを入力データとして、気象シミュレーションのための解析モデルに従う前記気象情報の微分方程式を解いて、前記第 1 領域内のより狭い複数の第 2 領域に関係づけられる第 1 狭域気象情報セットを複数生成し、

前記生成した複数の第 1 狭域気象情報セットのうち、前記配置場所を含む第 2 領域を対象とする第 2 狭域気象情報セットを選択し、

前記第 2 狭域気象情報セットに含まれる温度データを用いて、前記一定期間における温度の累積頻度分布又は温度の超過確率分布を生成し、

(a) 前記温度の累積頻度分布から、少なくとも 50% を超える累積頻度となる温度、

(b) 前記温度の超過確率分布から、少なくとも 50% より小さい

超過確率となる温度

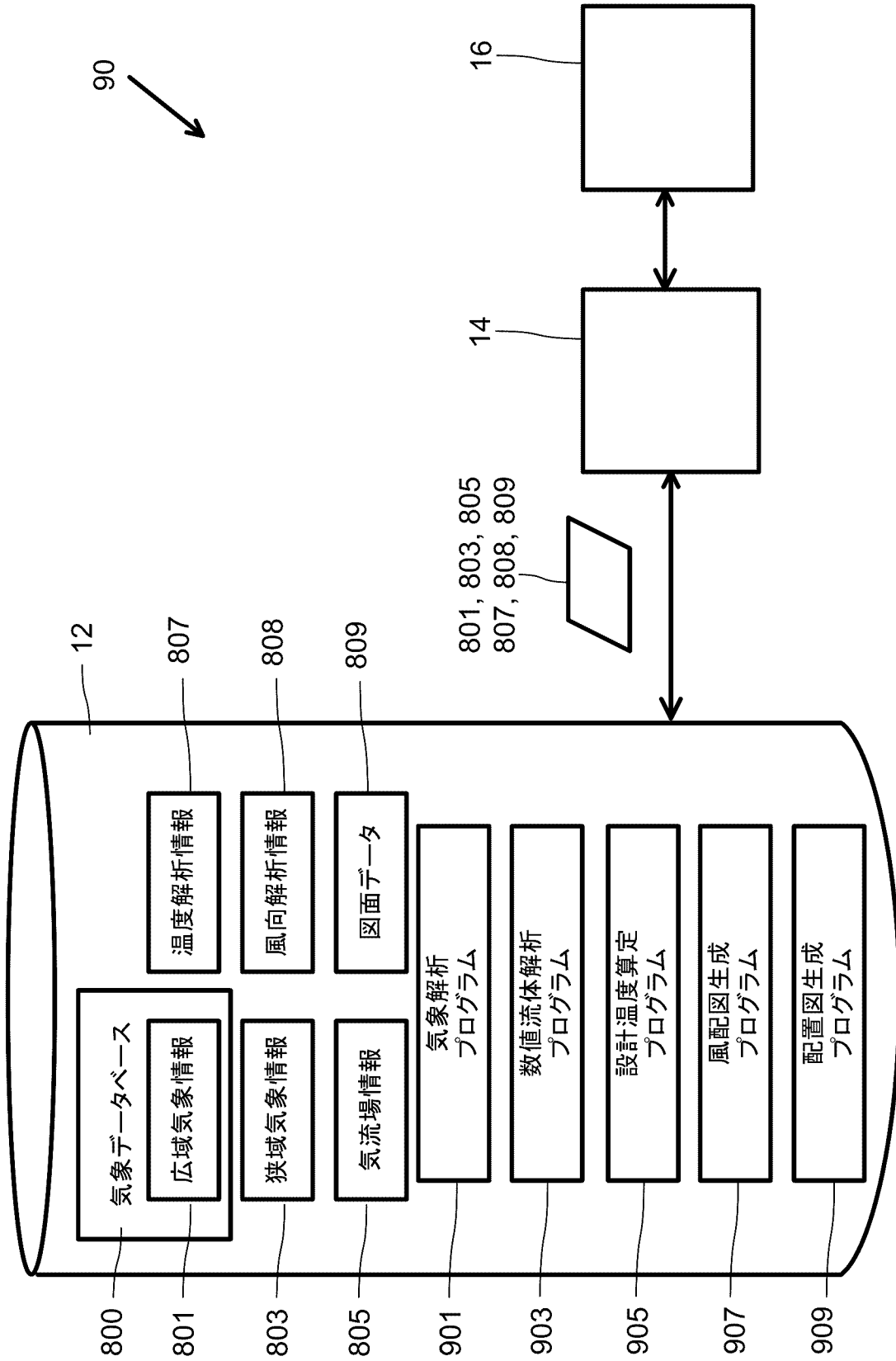
(c) 前記 50% を超える累積頻度となる温度又は前記 50% より小さい超過確率となる温度に対して、温度マージンを加えた温度から選定した設計温度に基づいて設計された空気利用装置。

[請求項16] 前記第 2 狭域気象情報を、3次元の流体力学式で演算して、前記第 2 狭域気象情報より狭い領域の気象場情報を算定して、得られた設計温度に基づいて設計された請求項 15 に記載の空気利用装置。

[請求項17] 前記気象場情報を用いて、前記空気利用装置が吐き出した温められた空気が、前記空気利用装置の吸込み部に再循環する流れを算定し、
前記再循環の流れに基づいて、前記温度マージンを決定して、得られた設計温度に基づいて設計された請求項 15 又は 16 に記載の空気利用装置。

[請求項18] 前記第 1 狭域気象情報のセット生成ステップは、前記気象情報が対象とする領域の風向、風速、温度の少なくとも 1 つを含む観測データを用いて、前記第 1 狭域気象情報のセットを再算定することである、請求項 15 ～ 17 の何れか 1 項に記載の空気利用装置。

[図1A]

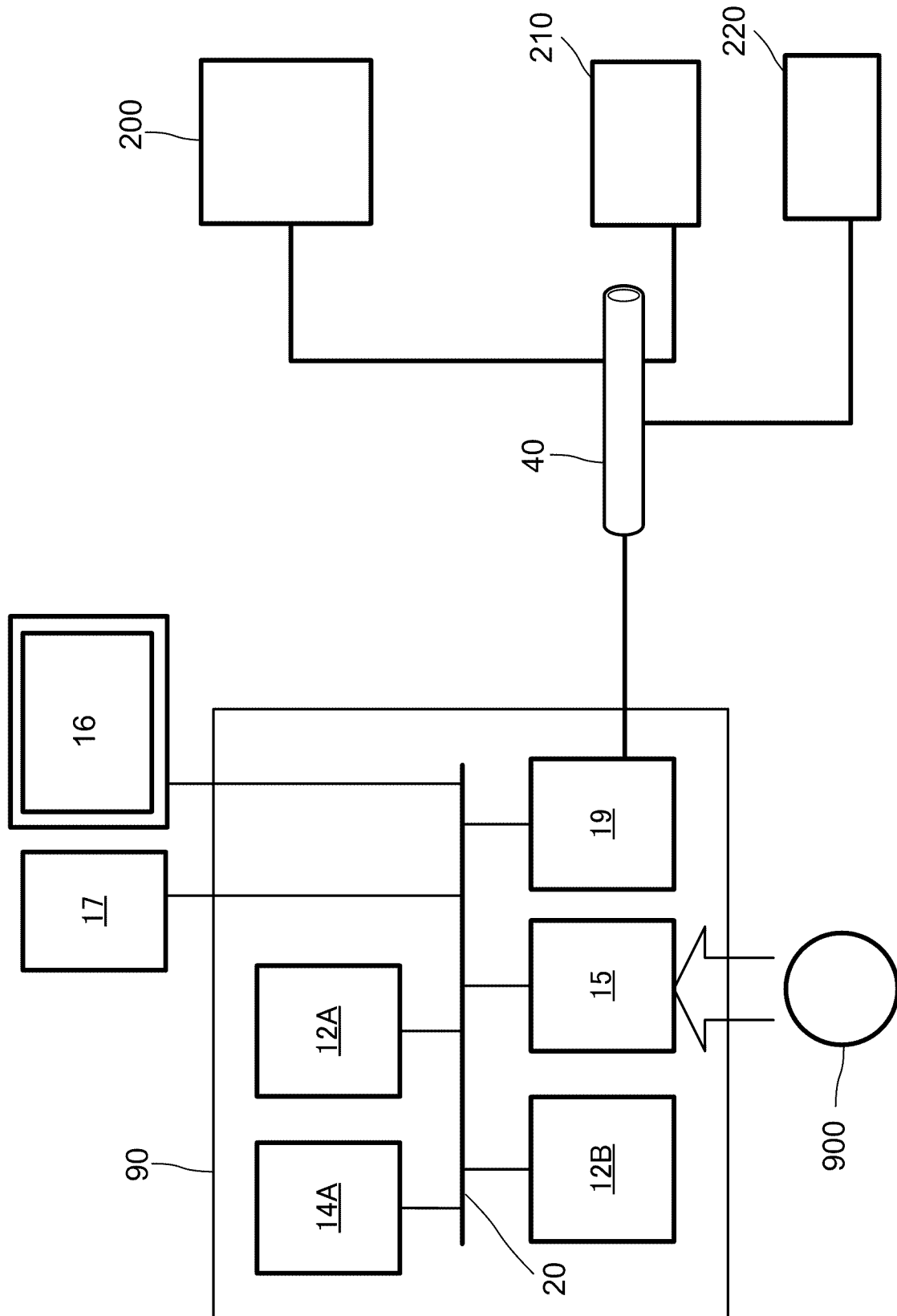


[図1B]

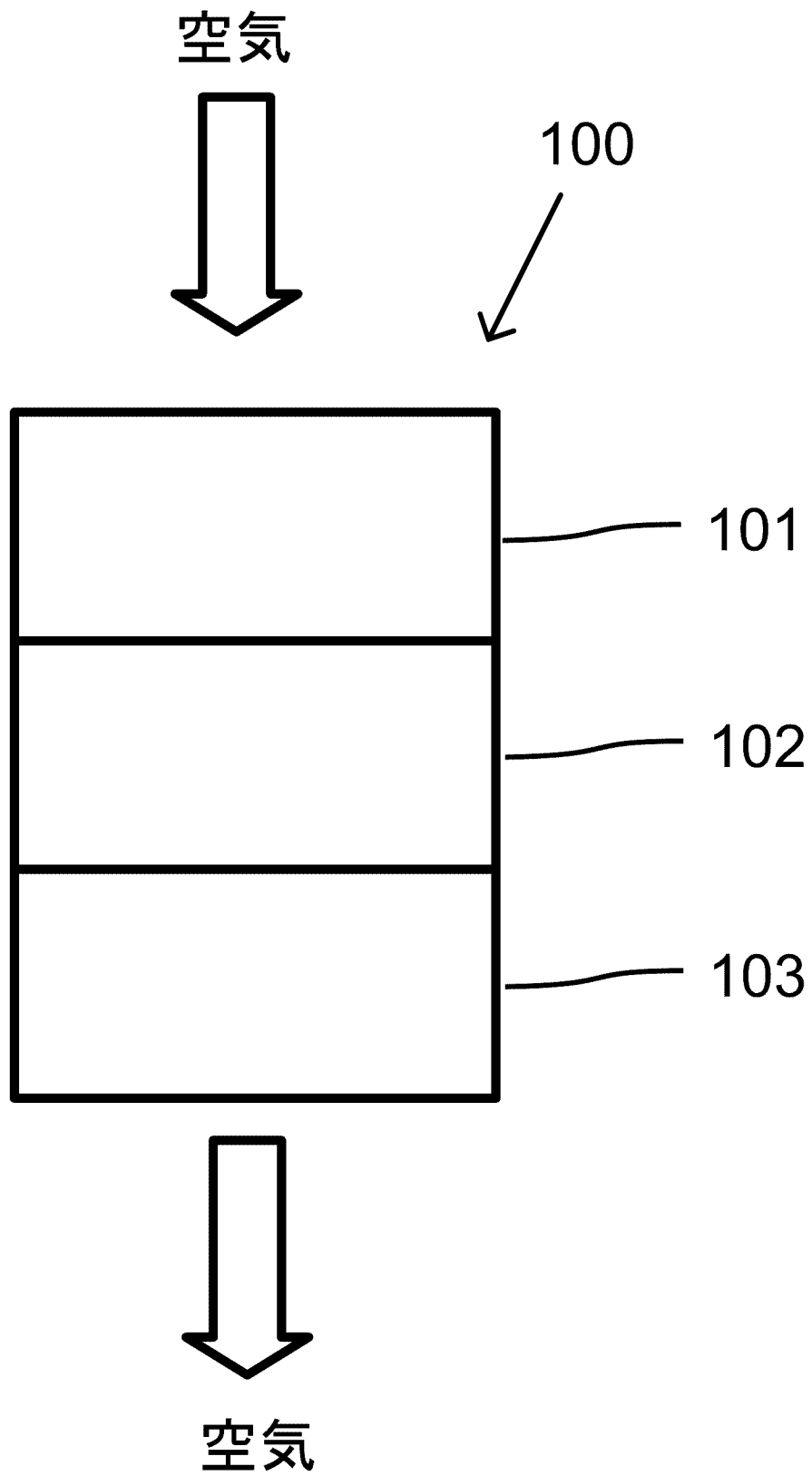
801

[illegible]

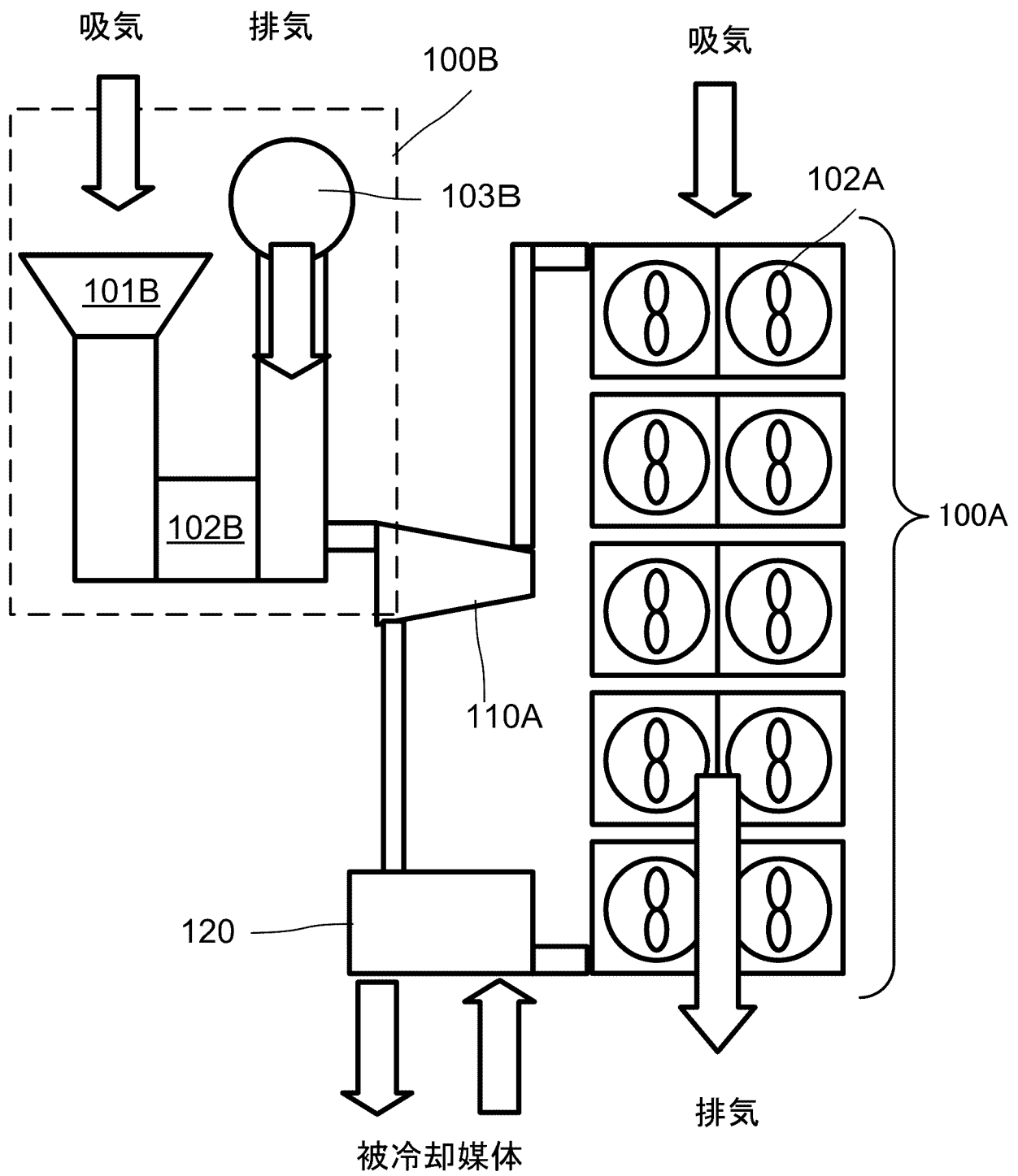
[図2]



[図3A]

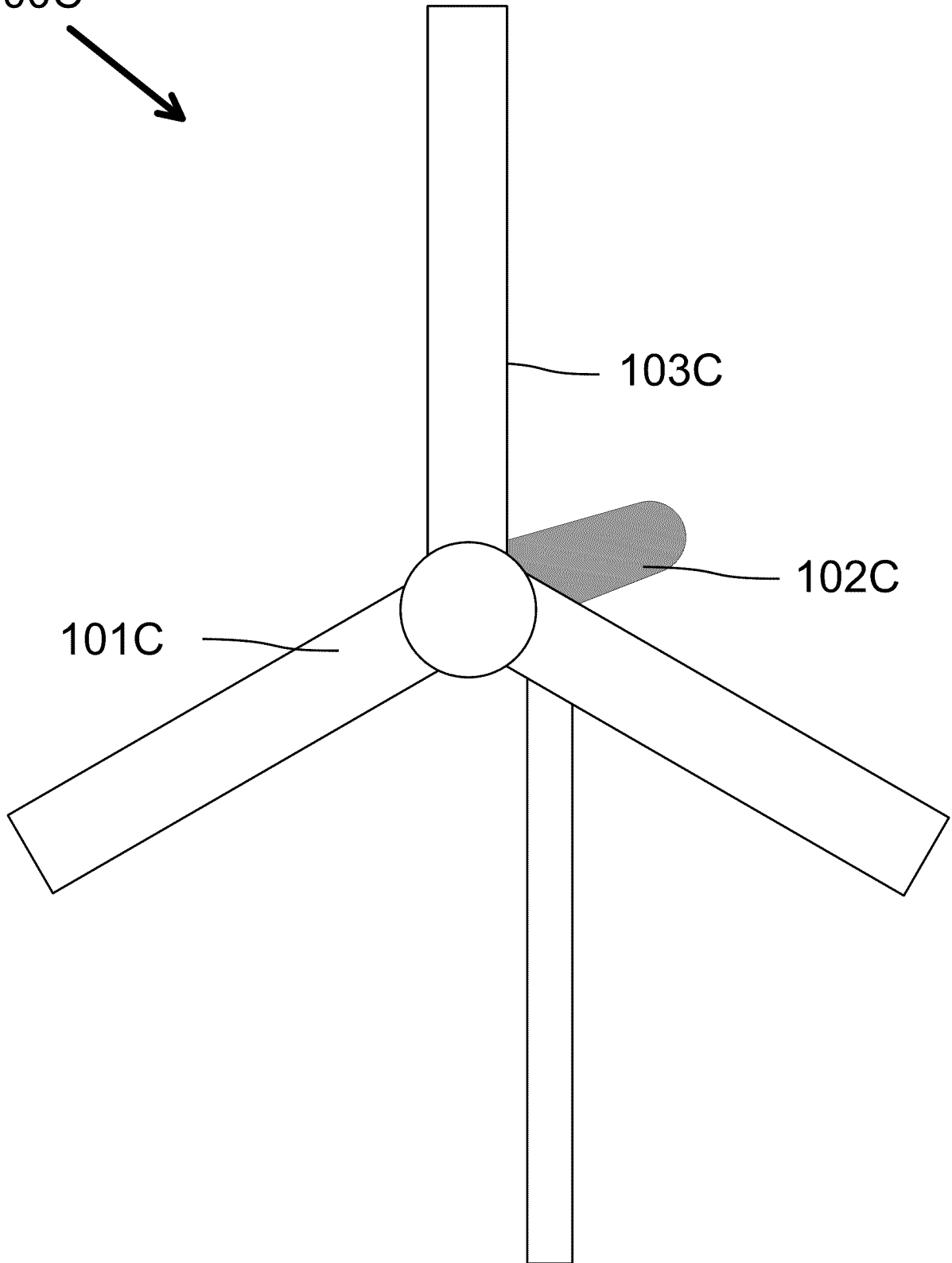


[図3B]

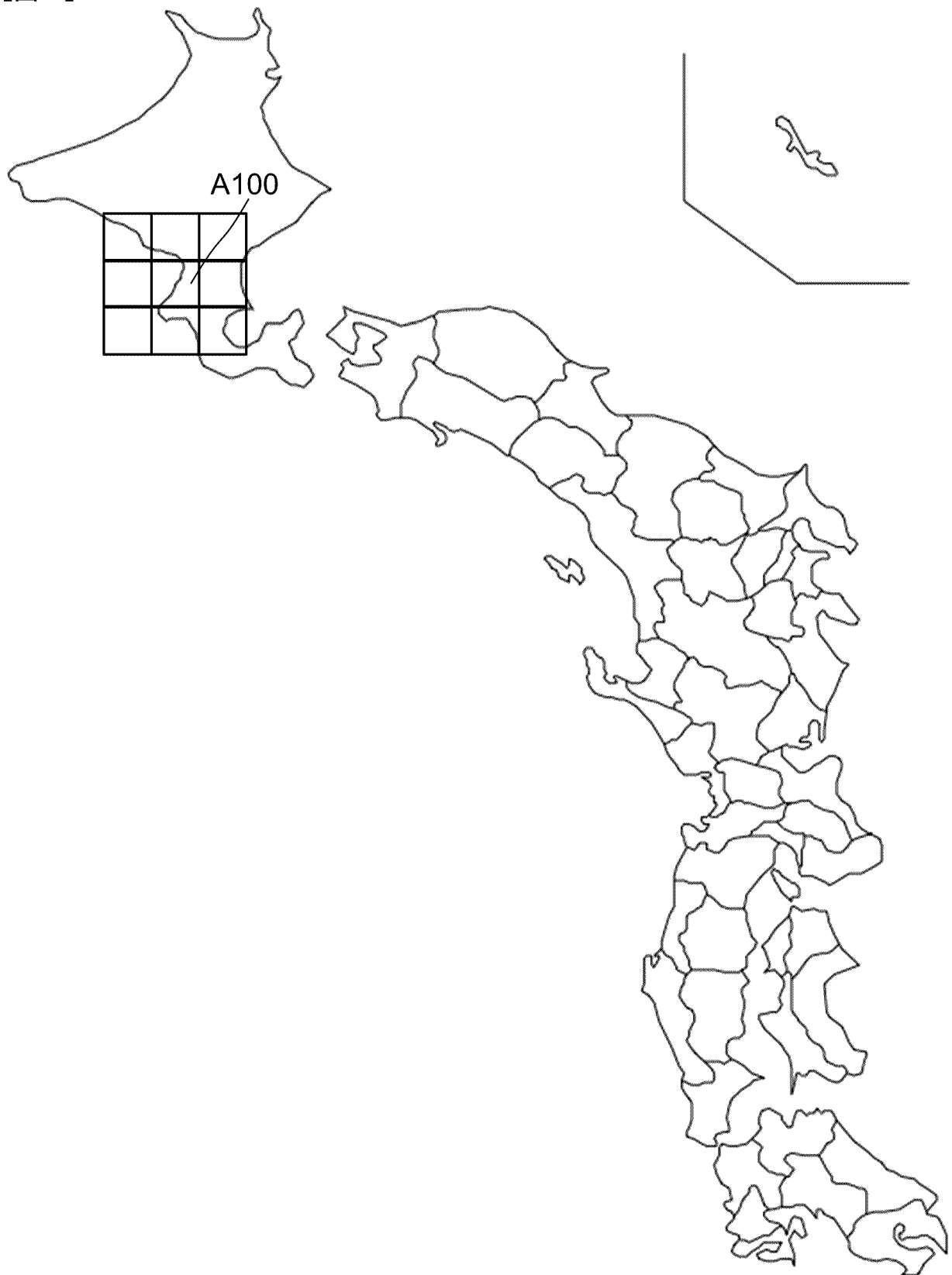


[図3C]

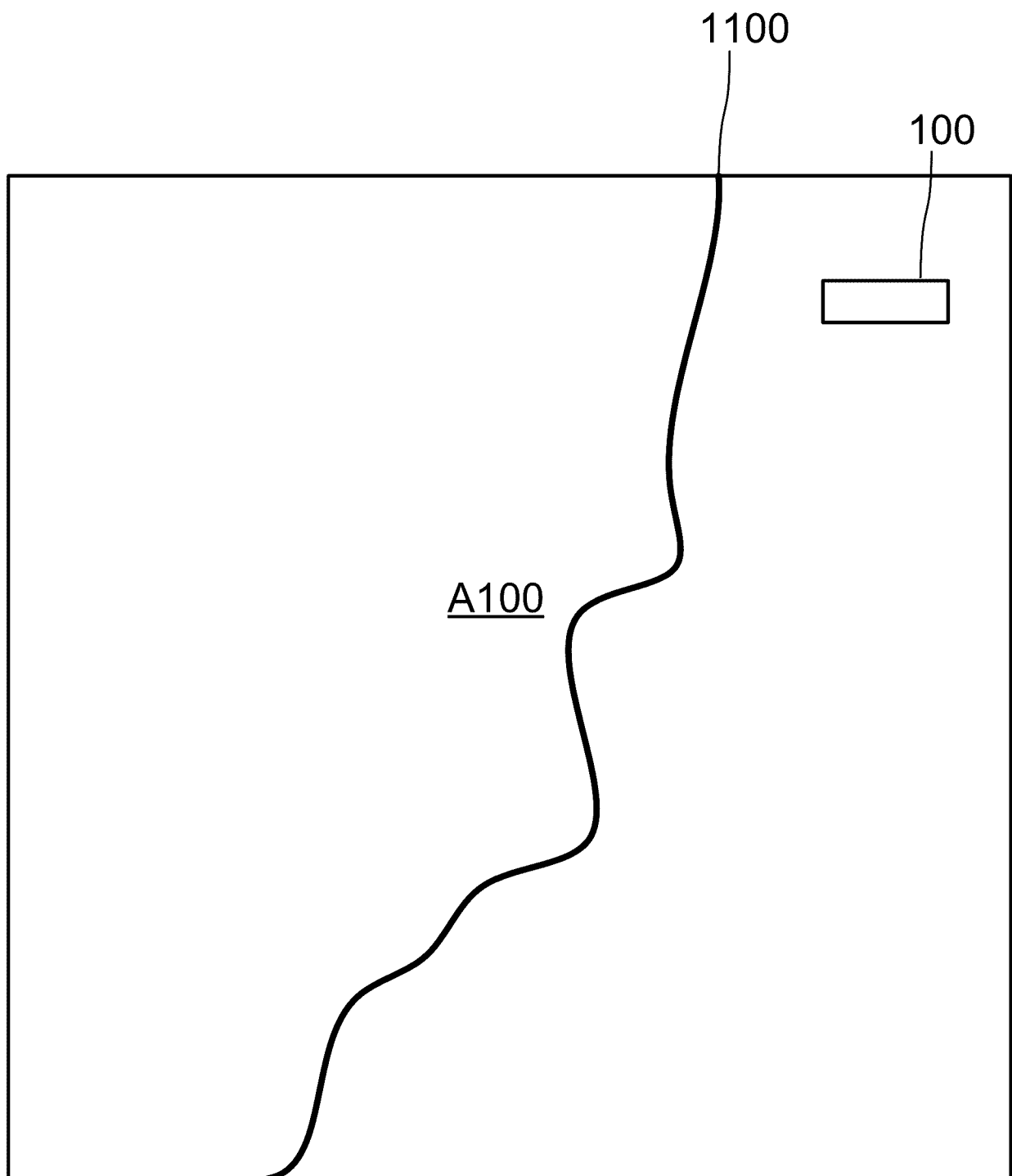
100C



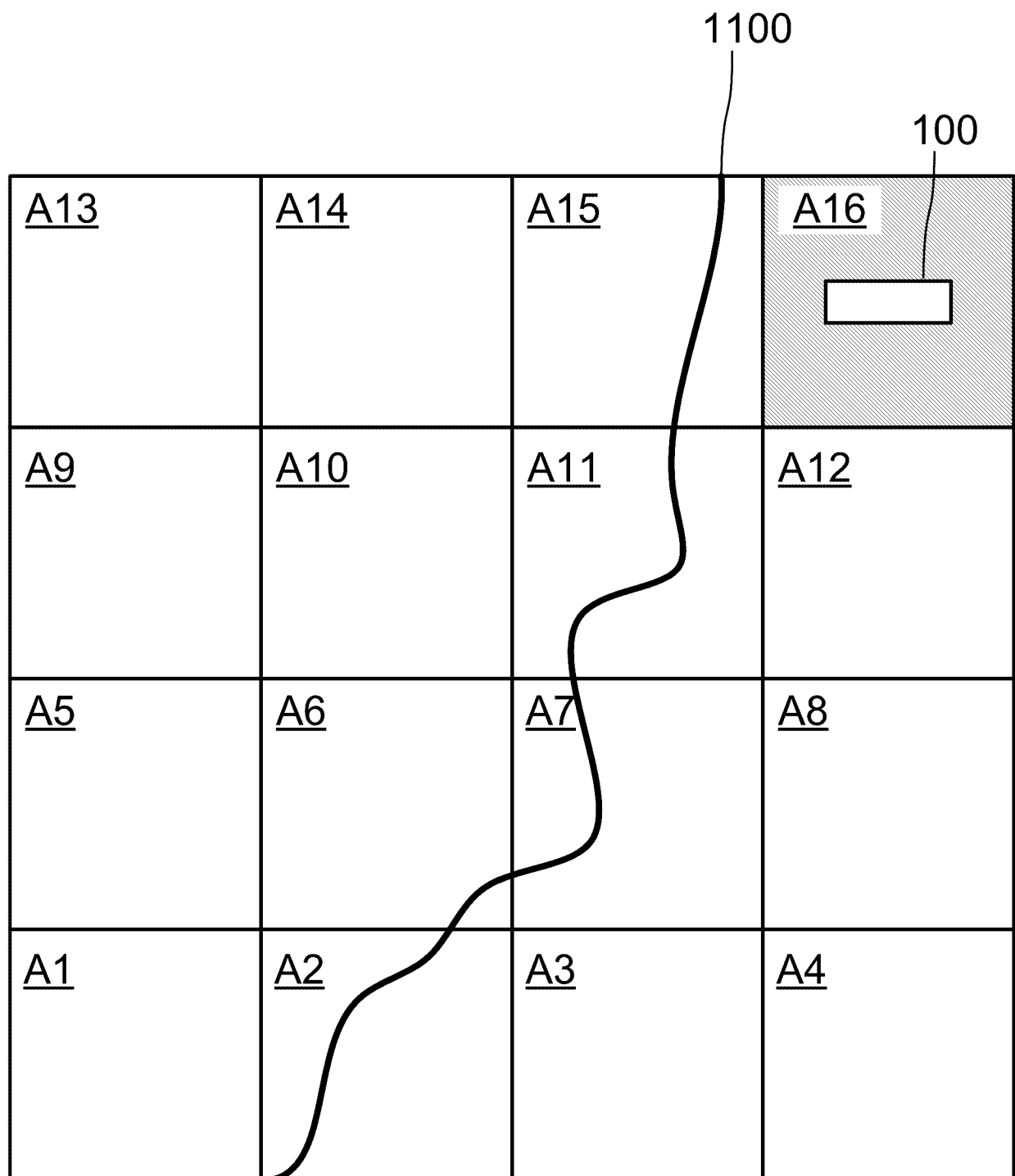
[図4A]



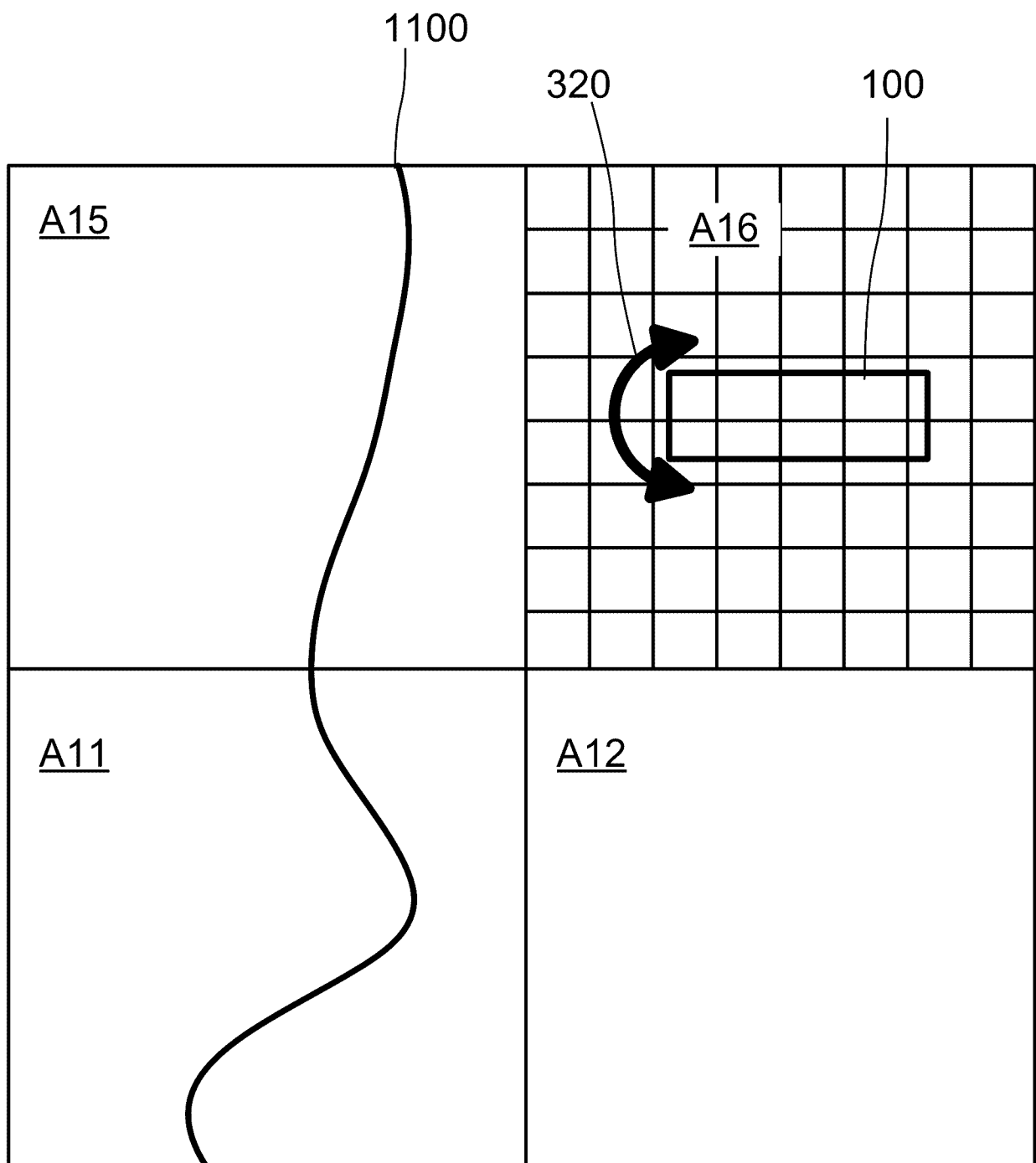
[図4B]



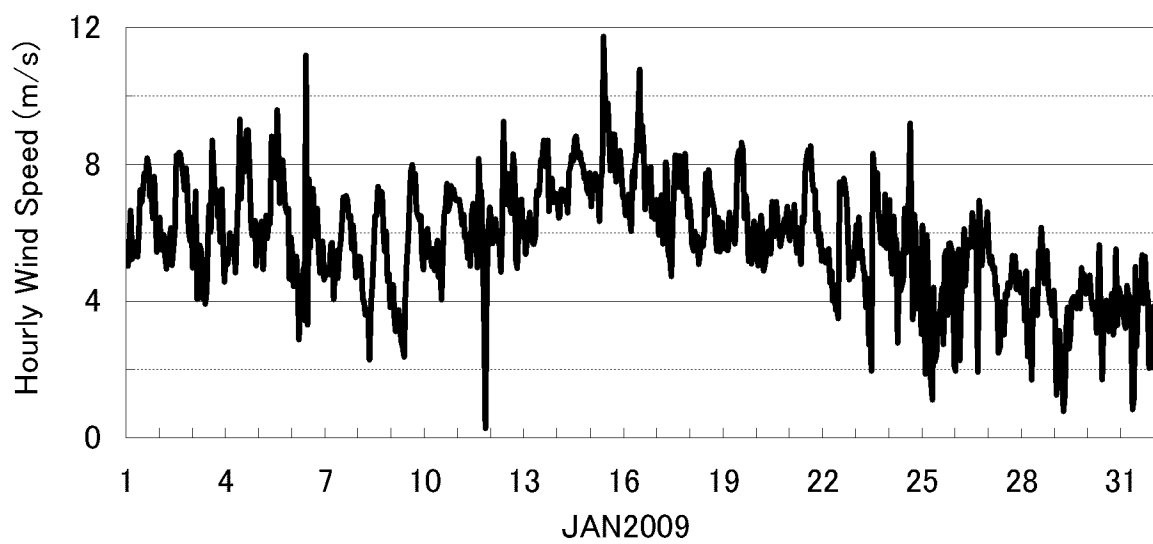
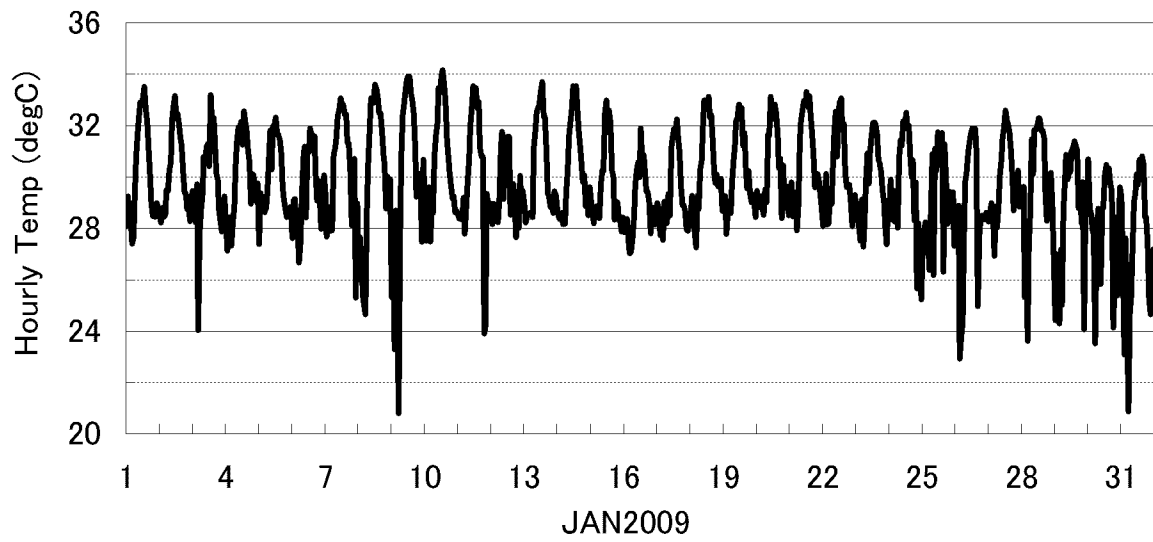
[図5]



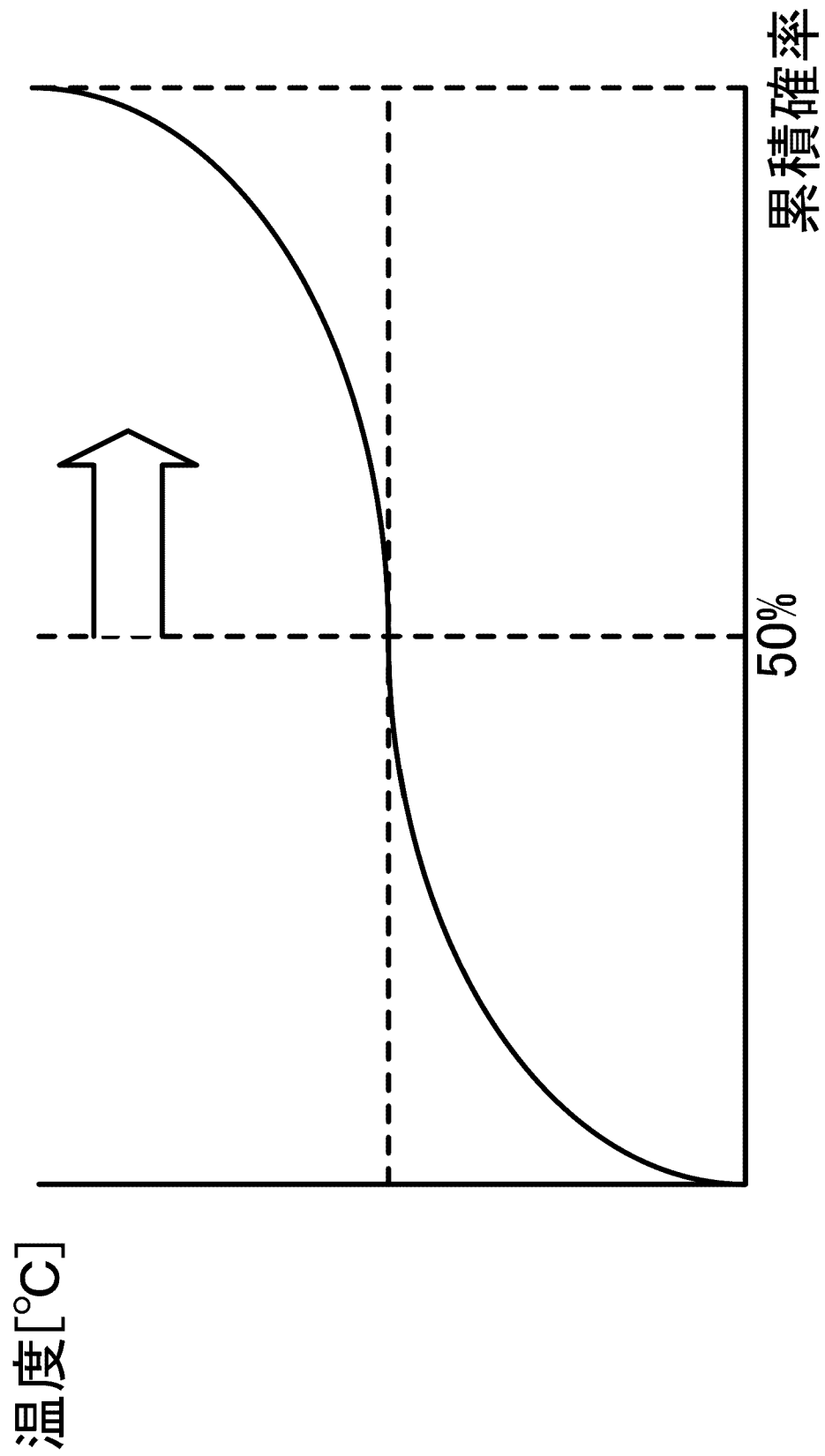
[図6]



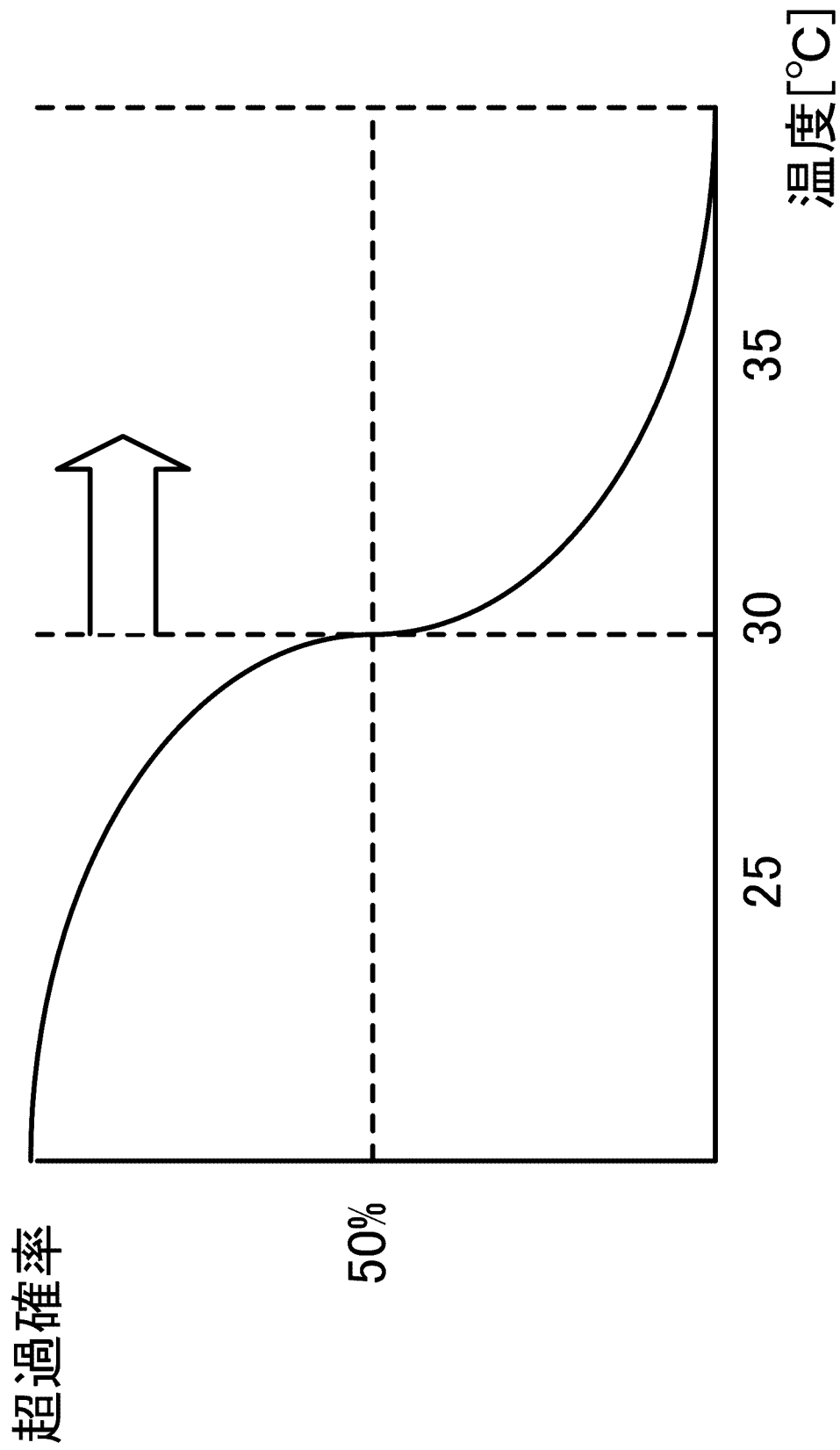
[図7A]



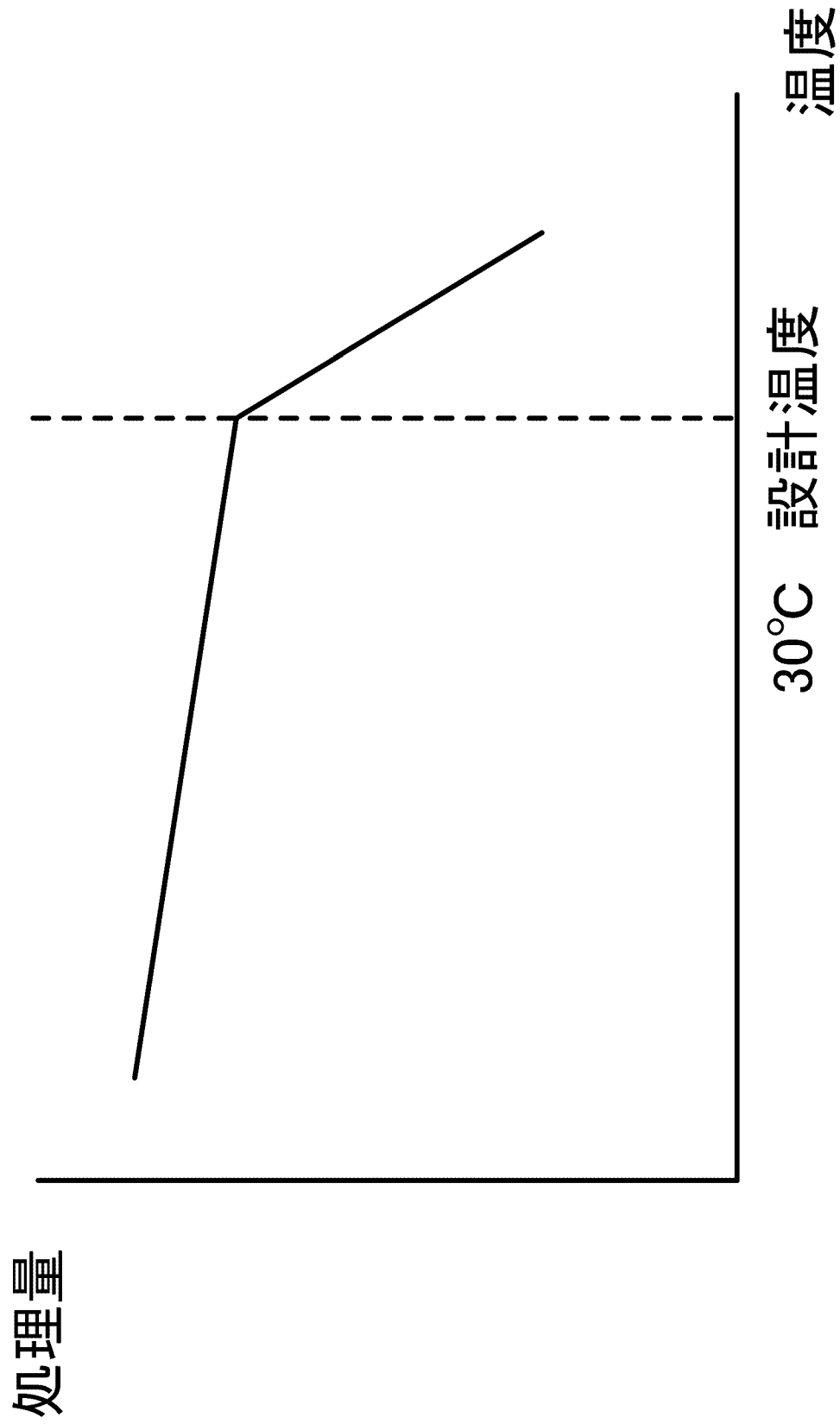
[図7B]



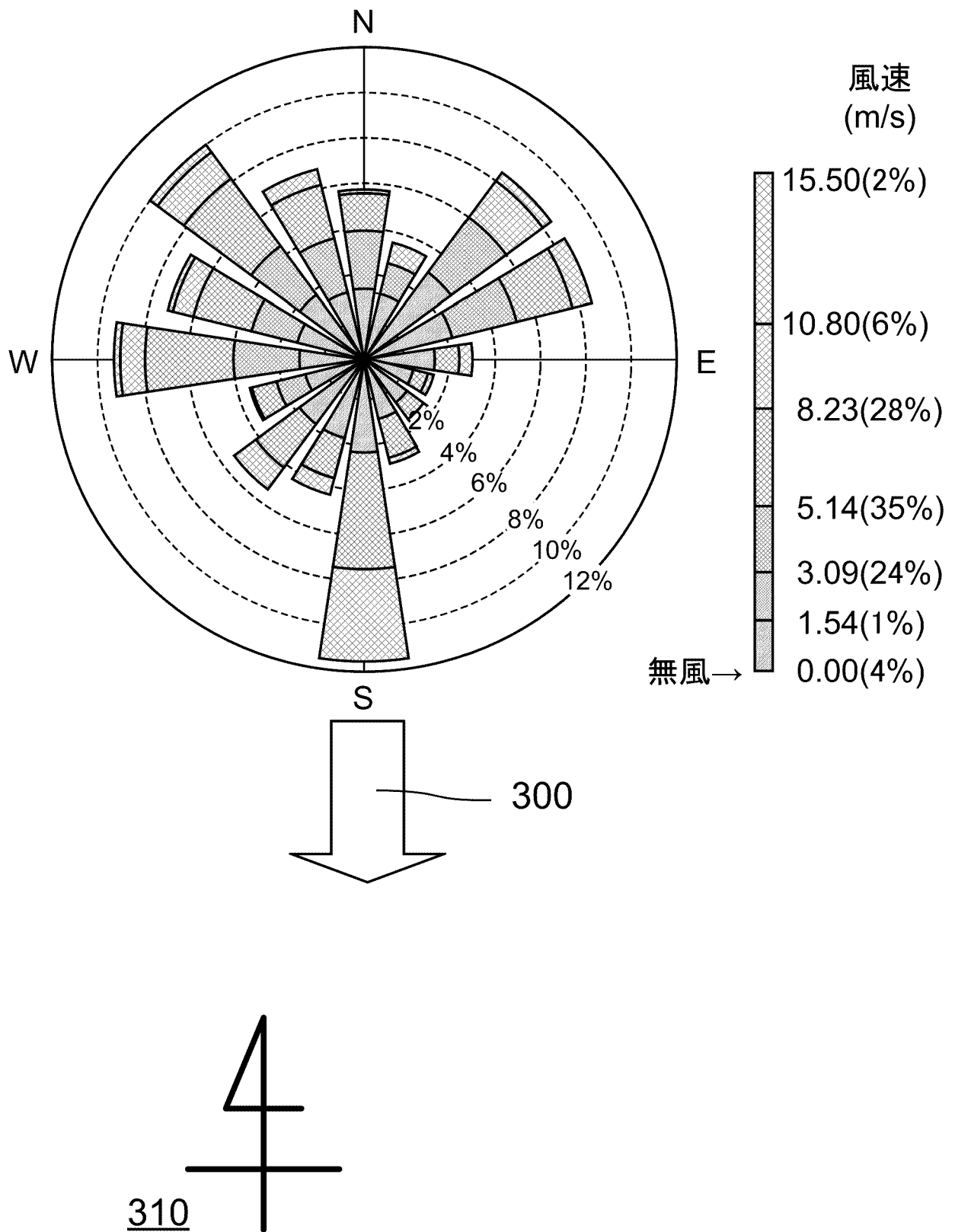
[図7C]



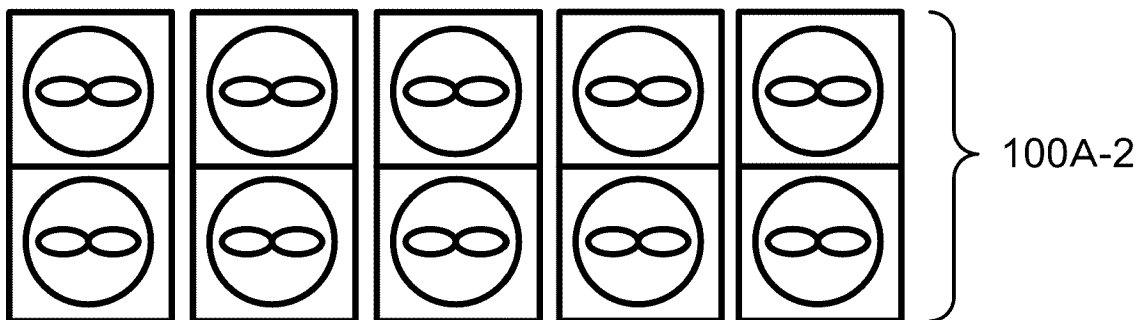
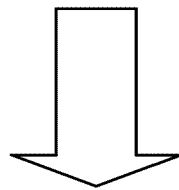
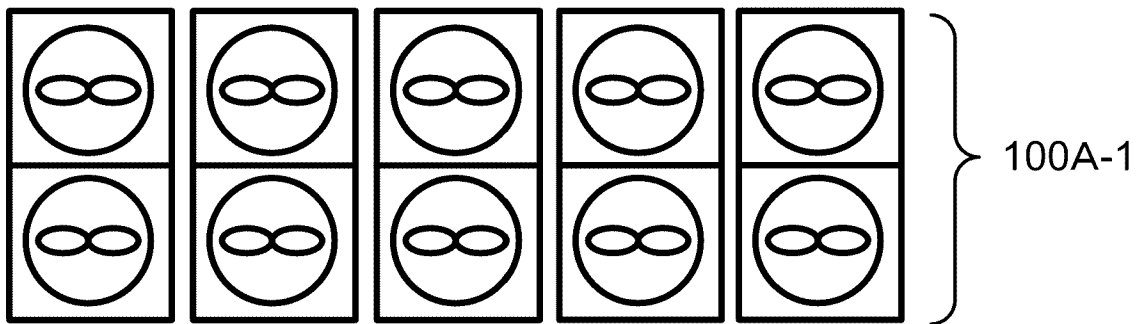
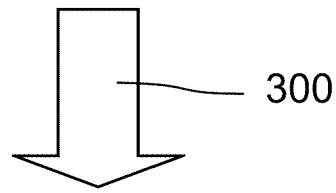
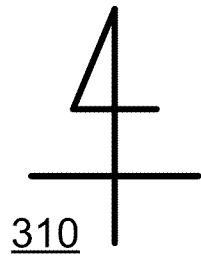
[図8A]



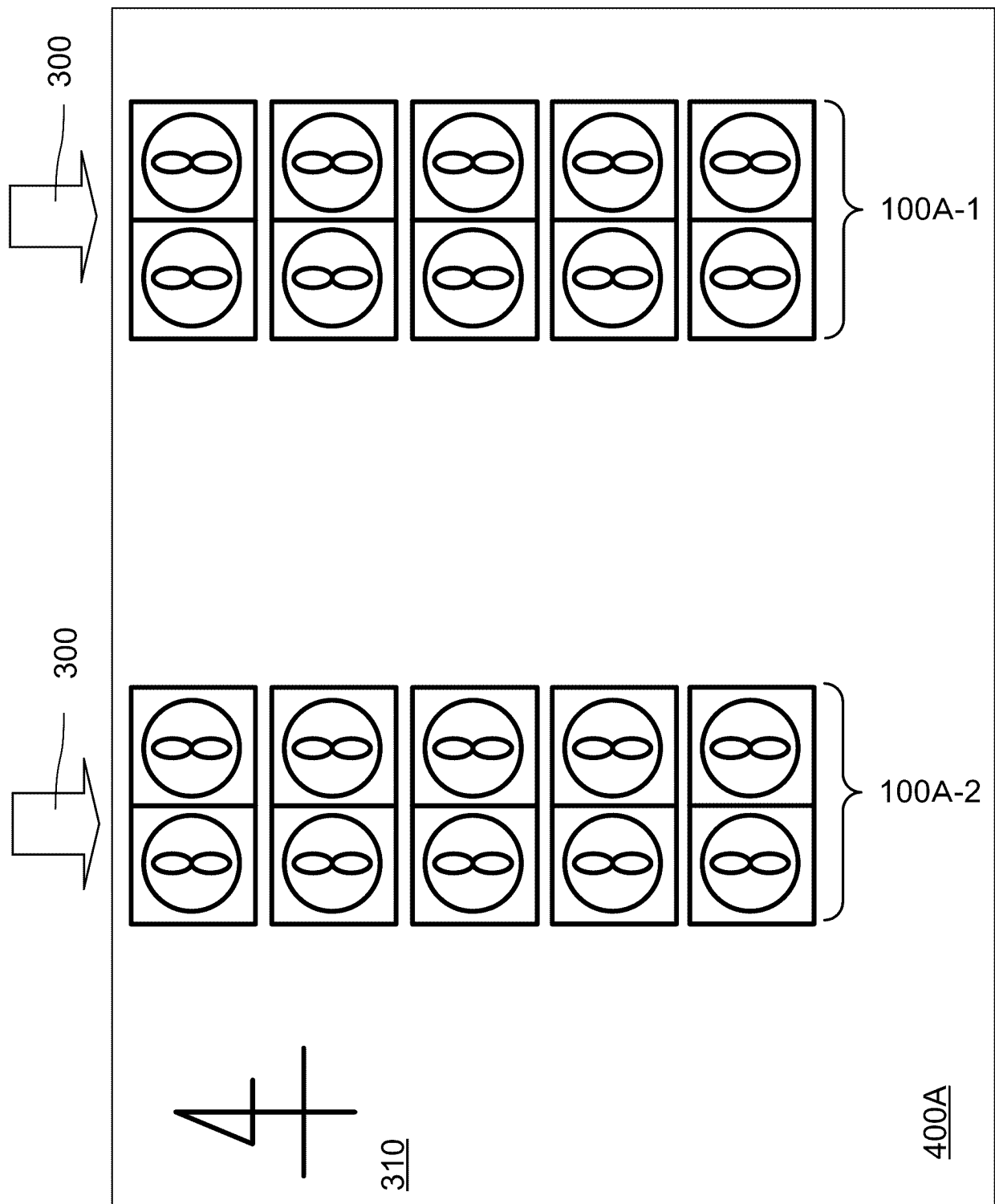
[図9]



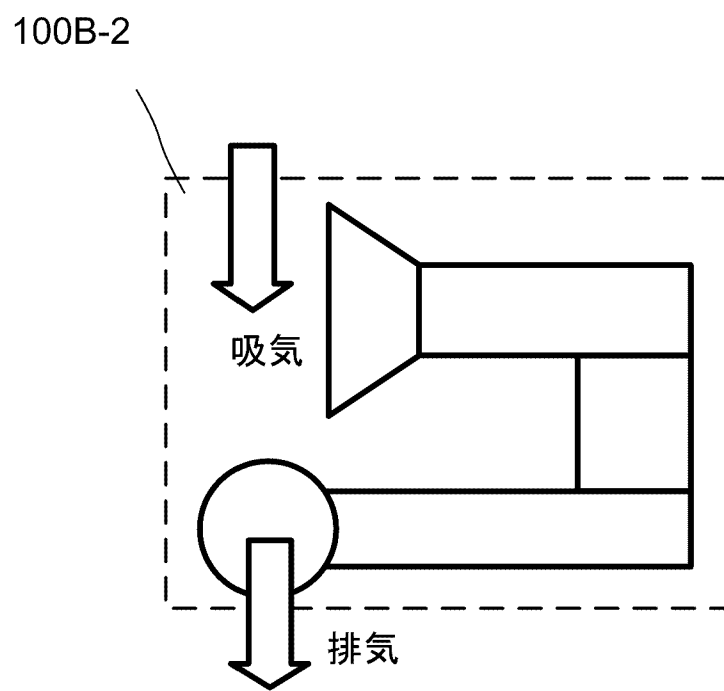
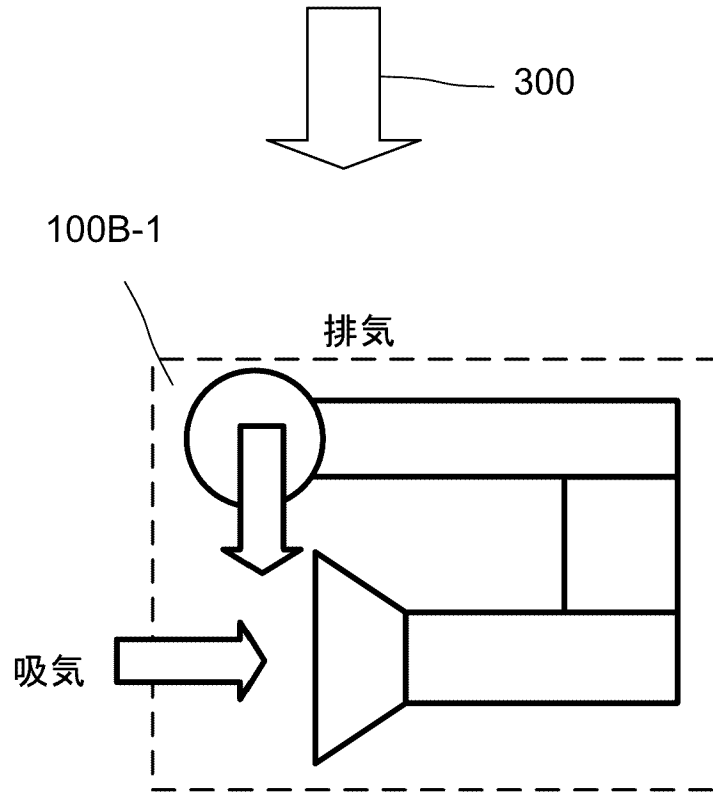
[図10A]



[図10B]



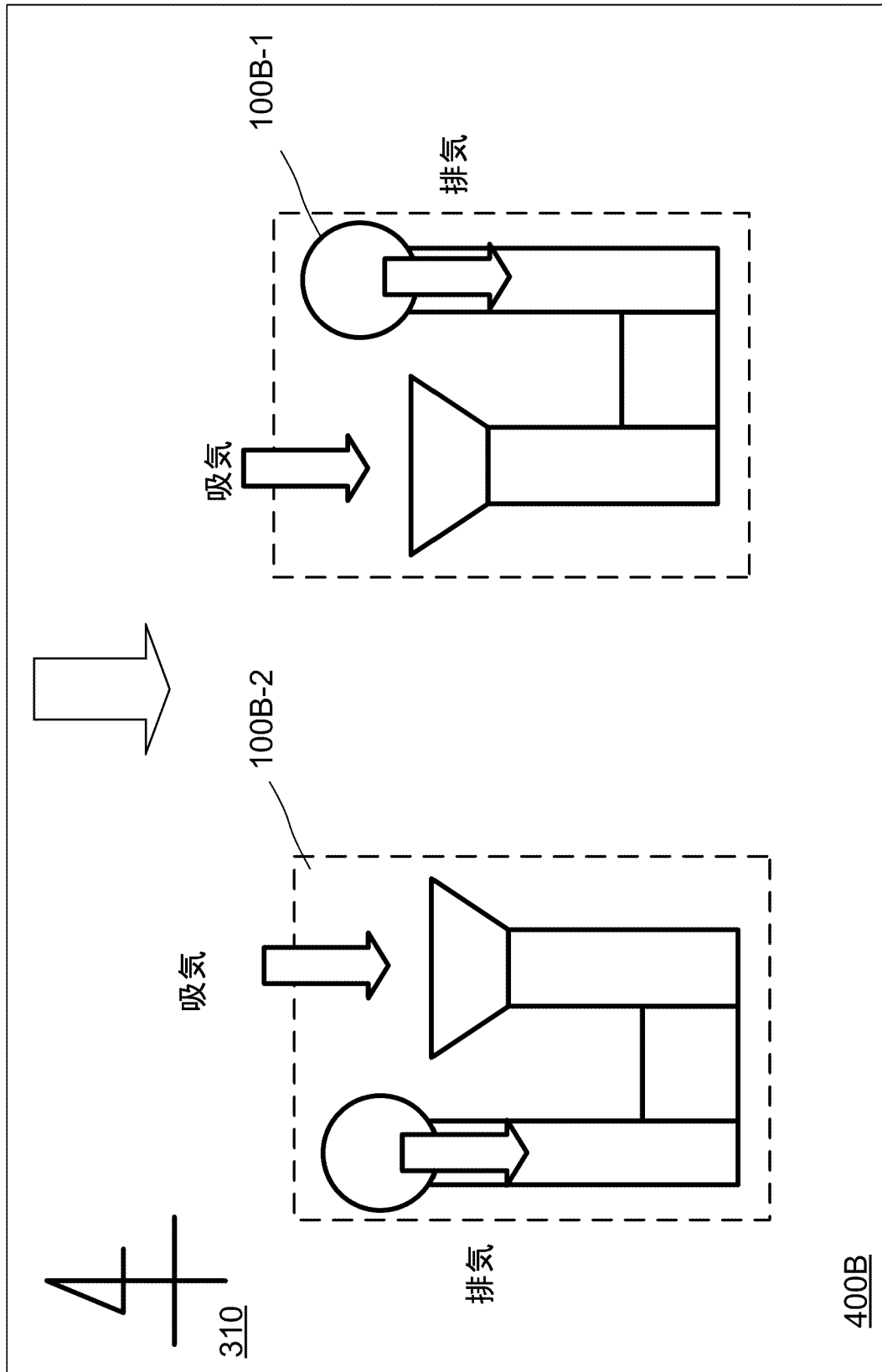
[図11A]



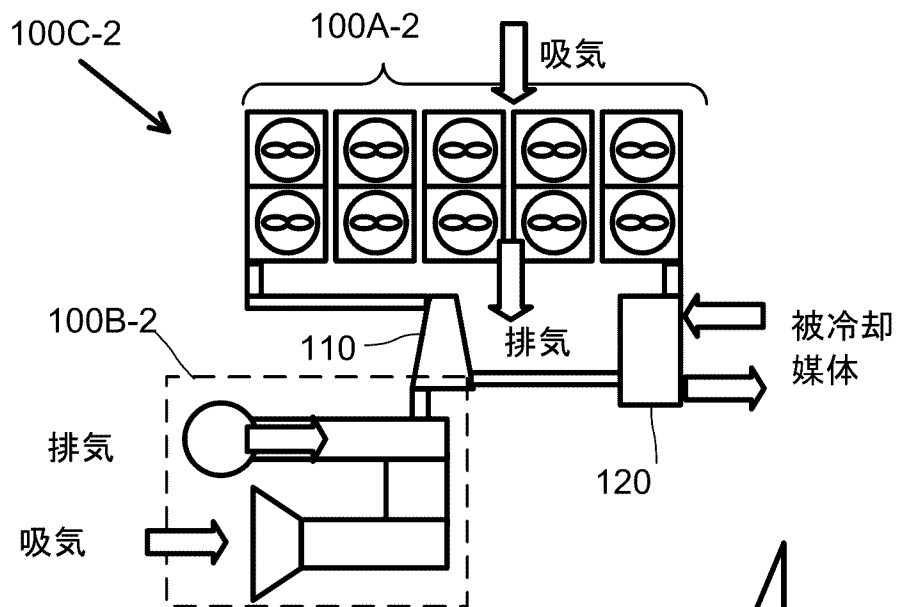
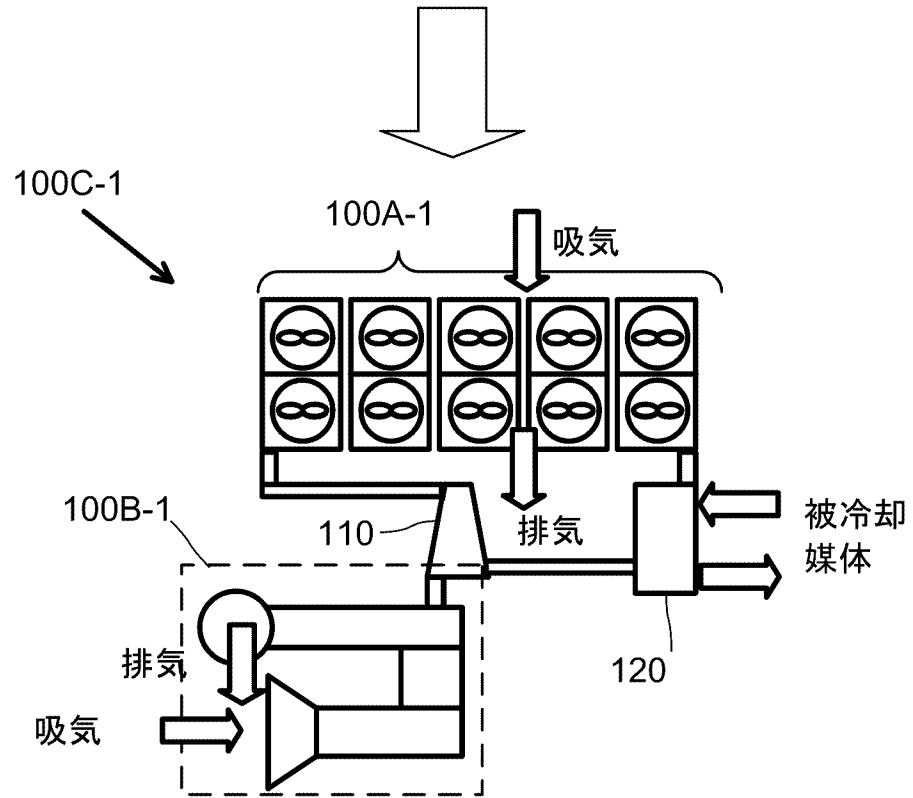
310

4

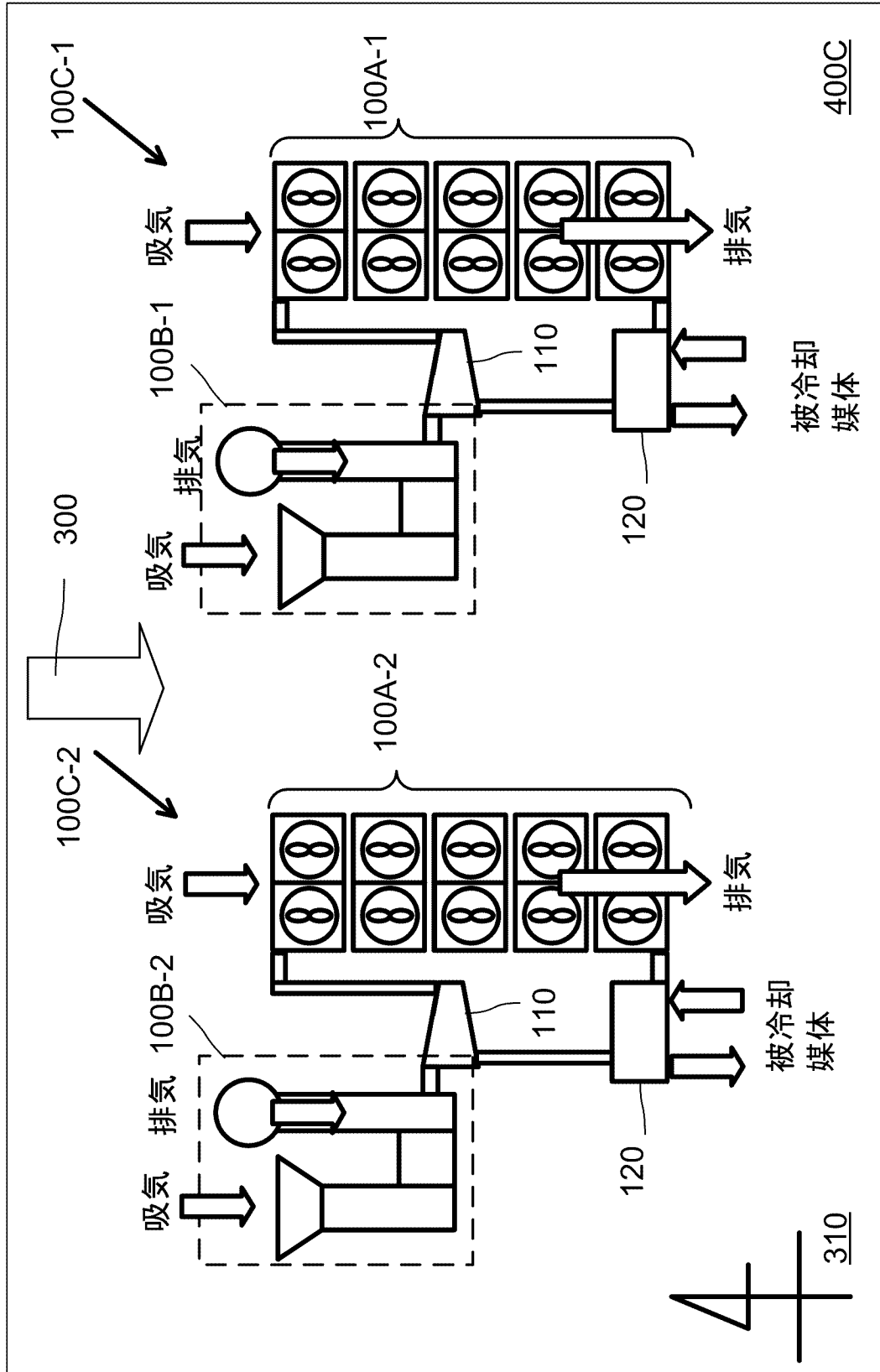
[図11B]



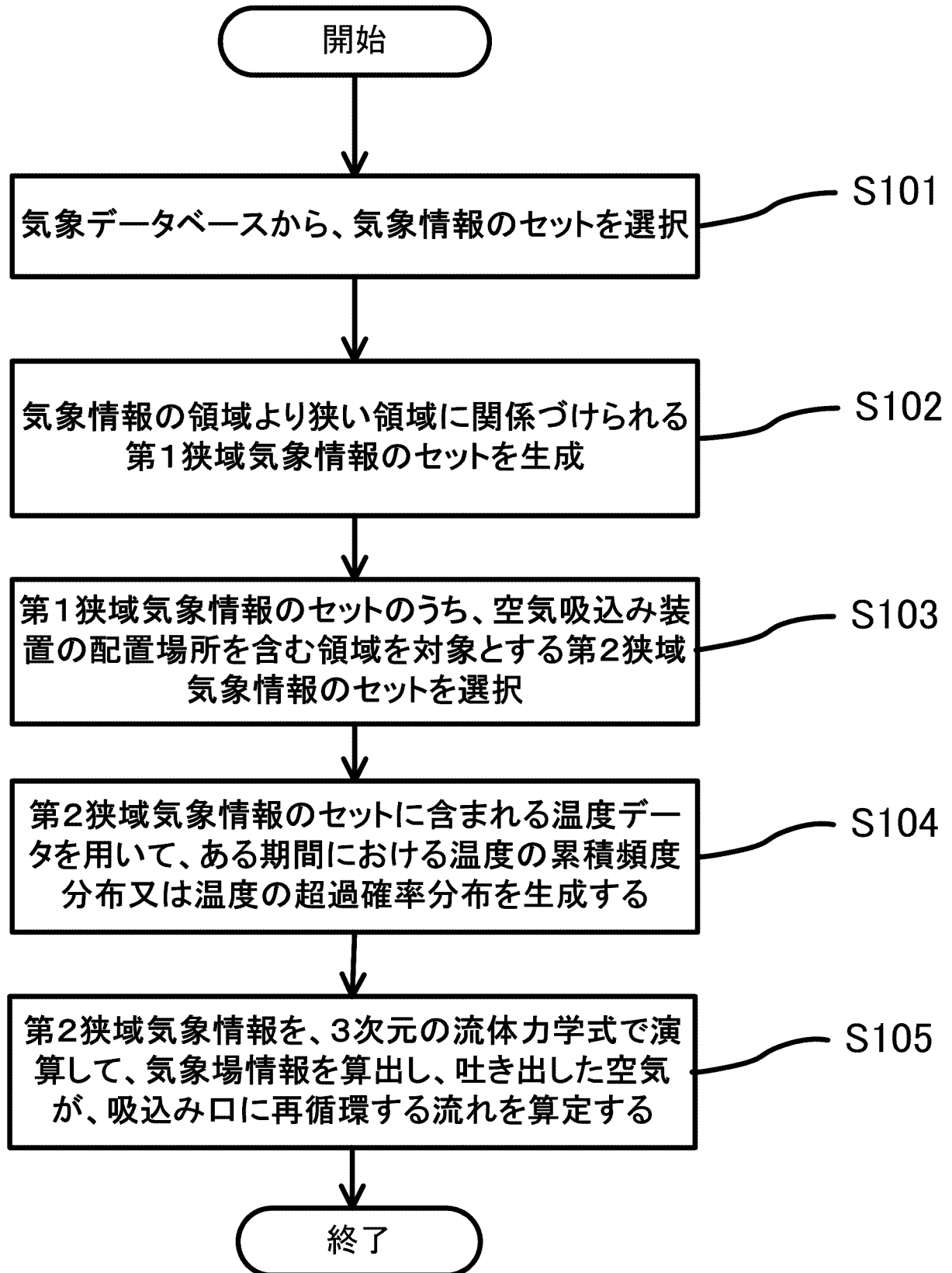
[図12A]



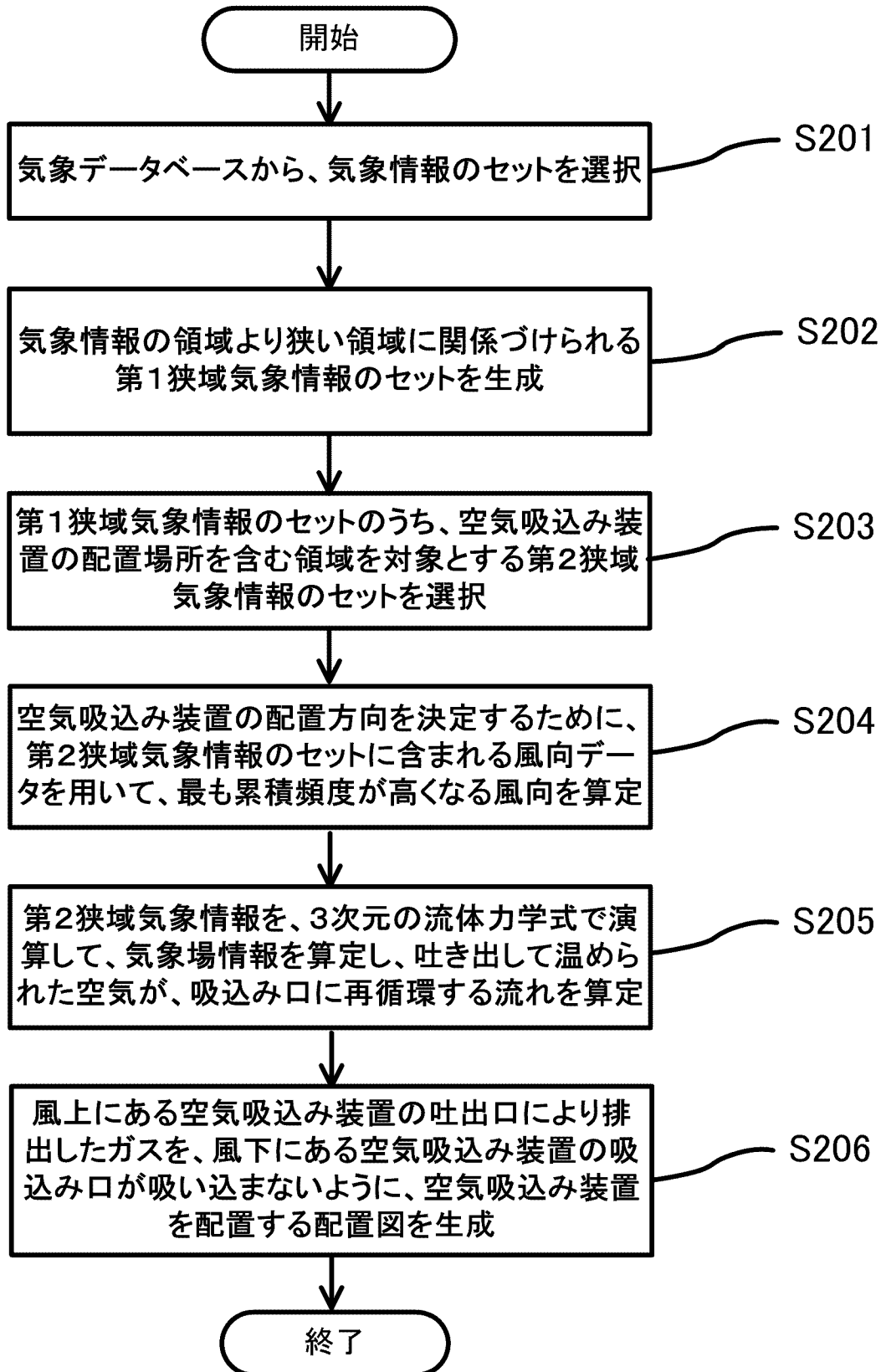
[図12B]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/070400

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01W1/00(2006.01)i, F02C7/057(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)

G01W1/00, F02C7/057

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2009-294969 A (Mitsubishi Electric Corp.), 17 December 2009 (17.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-18
A	JP 2012-8089 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 12 January 2012 (12.01.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-18

☐ 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

"I" 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
03 October, 2013 (03.10.13)

Date of mailing of the international search report
15 October, 2013 (15.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01W1/00(2006.01)i, F02C7/057(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. G01W1/00, F02C7/057

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2009-294969 A（三菱電機株式会社）2009.12.17, 全文・全図（ファミリーなし）	1 - 1 8
A	JP 2012-8089 A（三菱重工業株式会社）2012.01.12, 全文・全図（ファミリーなし）	1 - 1 8

☐ 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 3 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 5 . 1 0 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

田中 秀直

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 2

2 J

3 4 0 9