

(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
2022年3月3日(03.03.2022)



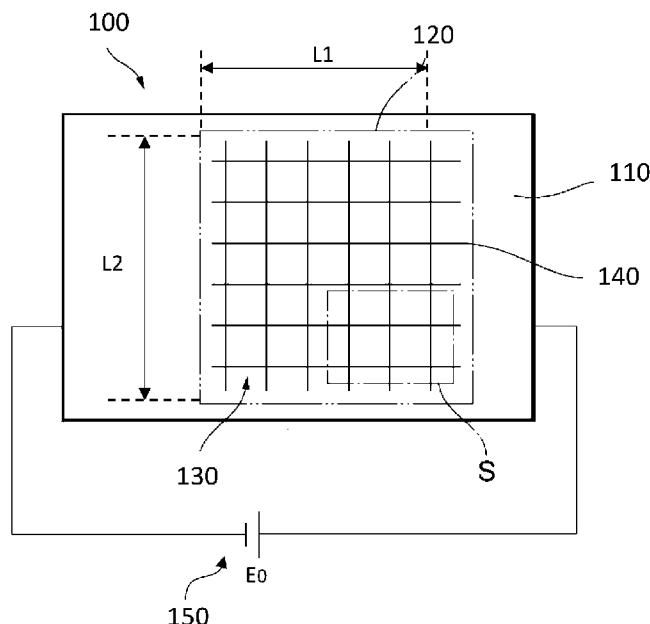
(10) 国際公開番号

WO 2022/045331 A1

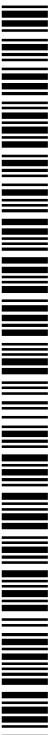
- (51) 国際特許分類:
H05B 3/20 (2006.01) *H05B 3/84* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/031693
- (22) 国際出願日: 2021年8月30日(30.08.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-146006 2020年8月31日(31.08.2020) JP
- (71) 出願人: 旭化成株式会社 (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 飛田 空 (HIDA, Sora); 〒1000006 東京都千代田区有楽町一丁目1番2号 旭化成株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外 (INABA, Yoshiyuki et al.); 〒1066123 東京都港区六本木6-10-1 六本木ヒルズ森タワー23階 TMI 総合法律事務所 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, 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, IT, 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,

(54) Title: TRANSPARENT HEATER AND DESIGN METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 透明ヒータ及びその設計方法



(57) Abstract: The present invention pertains to a design method, which is performed by an information processing device, for a transparent heater comprising a transparent substrate and a heater unit having a conductive pattern formed on the surface or the inside of the transparent substrate. The design method includes a design step in which, on the basis of a target transmissivity T and a heat-generating capacity C of the transparent heater, the information processing device calculates design information DI that includes information pertaining to the thickness of conductive fine lines constituting the conductive pattern and information pertaining to a pattern shape PAT of the conductive pattern.



WO 2022/045331 A1

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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 : 情報処理装置による、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法であって、前記情報処理装置が、前記透明ヒータの目的とする透過率 T 及び発熱能力 C に基づいて、前記導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状 $P A T$ に関する情報を含む設計情報 $D I$ を算出する設計ステップを含む、透明ヒータの設計方法。

明 細 書

発明の名称：透明ヒータ及びその設計方法

技術分野

[0001] 本発明は、透明ヒータ及びその設計方法に関する。

背景技術

[0002] 窓ガラスや車両のフロントガラス等の透明性を求められる部材の温度を調整するために、透明導電性フィルムを透明なヒータとして用いることが検討されている。例えば、特許文献1には、このようなヒータ用途として、複数の導電性の金属細線によるメッシュパターンを有する透明導電性フィルムが開示されており、金属細線を波線形状に構成することが開示されている。また、特許文献2には、複数の熱線がメッシュ状に配置された透明ヒータが開示されており、熱線の交差部の電流密度を制御することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2012-14956号公報
特許文献2：特開2017-98054号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の透明ヒータでは、透明性と発熱性を達成することが一つの技術課題であり、特許文献1のように光芒の生じにくい細線構成とすることや、特許文献2のように局部発熱の抑制や電流耐性の確保という観点からの検討はされているものの、所望の透明性と発熱性を達成できる透明ヒータをより簡易に設計することのできる設計方法についての検討はされてこなかった。

[0005] 本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、所望の透明性と発熱性を達成できる透明ヒータをより簡易に設計することのできる設計方法、及び、それにより設計された透明性ヒータを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] すなわち、本発明は、以下のとおりである。

[1]

情報処理装置による、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法であって、

前記情報処理装置が、

前記透明ヒータの目的とする透過率 T 及び発熱能力 C に基づいて、前記導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状 PAT に関する情報を含む設計情報 $D1$ を算出する設計ステップを含む、

透明ヒータの設計方法。

[2]

前記透過率 T 及び発熱能力 C を受け付けるステップをさらに含む、

[1]に記載の透明ヒータの設計方法。

[3]

前記設計情報 $D1$ が、前記透明ヒータに接続する電源容量 E_0 に関する情報をさらに含む、

[1]又は[2]に記載の透明ヒータの設計方法。

[4]

前記設計情報 $D1$ が、前記透明ヒータに接続する熱応答性に関する情報をさらに含む、

[1]～[3]いずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。

[5]

前記設計情報 $D1$ を算出する前記設計ステップは、
前記透明ヒータの目的とする熱応答性にさらに基づいて、前記設計情報 $D1$ を算出する、

[1]～[4]いずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。

[6]

前記熱応答性を受け付けるステップをさらに含む、

〔5〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔7〕

前記設計情報D1を算出する前記設計ステップは、

前記透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG11を特定するステップA1と、

前記組み合わせG11の中から、前記発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG12を特定するステップB1と、

前記組み合わせG12の中から、前記透明ヒータに要求される前記熱応答性を満たすような、前記太さとパターン形状の組み合わせG13を特定するステップC1と、を含む、

〔5〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔8〕

前記設計情報D1を算出する前記設計ステップは、

前記発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG21を特定するステップA2と、

前記組み合わせG21の中から、前記透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG22を特定するステップB2と、

前記組み合わせG22の中から、前記透明ヒータに要求される前記熱応答性を満たすような、前記太さとパターン形状の組み合わせG23を特定するステップC2と、を含む、

〔5〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔9〕

前記組み合わせG13又はG23が存在しない場合には、前記透過率Tを変更し、前記ステップA1乃至C1又はA2乃至C2を実行する、

〔7〕又は〔8〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔10〕

前記組み合わせG13又はG23が存在しない場合には、前記発熱能力C

を変更し、前記ステップA 1乃至C 1又はA 2乃至C 2を実行する、

〔7〕又は〔8〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔1 1〕

前記組み合わせG 1 3又はG 2 3が存在しない場合には、前記熱応答性を変更し、前記ステップA 1乃至C 1又はA 2乃至C 2を実行する、

〔7〕又は〔8〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔1 2〕

前記導電性細線の線幅 W_1 が $10\mu\text{m}$ 以下である、

〔1〕～〔1 1〕のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。

〔1 3〕

前記設計情報D 1を表示装置に表示制御ステップをさらに含む、

〔1〕～〔1 2〕のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。

〔1 4〕

前記表示制御ステップにおいて、

前記設計情報D 1に加え、目的とする前記透過率T及び前記発熱能力Cと隣接する透過率T'及び発熱能力C'に基づいて算出した隣接設計情報D 1'を前記表示装置に表示制御する、

〔1 3〕に記載の透明ヒータの設計方法。

〔1 5〕

前記設計情報D 1を、マスク製造装置、版製造装置又は導電性パターン形成装置に送信するステップをさらに含む、

〔1〕～〔1 4〕のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。

〔1 6〕

情報処理装置に、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法を実行させるプログラムであって、

前記情報処理装置に、

前記透明ヒータの目的とする透過率T及び発熱能力Cに基づいて、前記導

電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状PATに関する情報を含む設計情報DIを算出する設計ステップを、実行させる、

プログラム。

[17]

透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法を実行する情報処理装置であって、

前記透明ヒータの目的とする透過率T及び発熱能力Cに基づいて、前記導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状PATに関する情報を含む設計情報DIを算出する設計ステップを実行する設計処理部を有する、

情報処理装置。

[18]

マスク製造装置が、[1]～[15]のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法により得られた設計情報DIに基づいて、マスクを製造するステップをさらに含む、

マスクの製造方法。

[19]

版製造装置が、[1]～[15]のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法により得られた設計情報DIに基づいて、版を製造するステップをさらに含む、

版の製造方法。

[20]

導電性パターン形成装置が、[1]～[15]のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法により得られた設計情報DIに基づいて、導電性パターンを形成し、透明ヒータを製造するステップをさらに含む、

透明ヒータの製造方法。

[2 1]

電源容量 E_0 の電源に接続する透明ヒータであって、
透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備え、
前記導電性パターンが、電源容量 E_0 の $\pm 30\%$ の範囲の消費電力を有するよう構成され、透過率 T が 75% 以上となるように構成された、
透明ヒータ。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、所望の透明性と発熱性を達成できる透明ヒータをより簡易に設計することのできる設計方法、及び、それにより設計された透明性ヒータを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本実施形態の透明ヒータの概略図を示す。
[図2]図1のSで表される範囲の拡大斜視図を示す。
[図3]本実施形態の情報処理装置のブロック図を示す。
[図4]透過率 T と膜厚に基づいてシート抵抗を推定した試算グラフを示す。
[図5]本実施形態の透明ヒータの設計方法における設計ステップのパターン1を示すフローチャートを示す。
[図6]太さとパターン形状に基づいて透過率 T を推定した試算グラフを示す。
[図7]太さとパターン形状に基づいて消費電力を推定した試算グラフを示す。
[図8]本実施形態の透明ヒータの設計方法における設計ステップのパターン2を示すフローチャートを示す。
[図9]本実施形態の透明ヒータの設計方法における設計ステップのパターン4を示すフローチャートを示す。
[図10]本実施形態の透明ヒータの設計方法における設計ステップのパターン5を示すフローチャートを示す。
[図11]本実施形態の透明ヒータの設計方法における設計ステップのパターン6を示すフローチャートを示す。

[図12]本実施形態の透明ヒータの設計方法における設計ステップのパターン7を示すフローチャートを示す。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施の形態（以下、「本実施形態」という。）について詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変形が可能である。

[0010] 1. 透明ヒータの設計方法

本実施形態の透明ヒータの設計方法は、情報処理装置による、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法である。

[0011] 透明ヒータの設計方法について説明する前に、初めに設計される透明ヒータの構成について簡単に説明する。図1に、本実施形態の透明ヒータの一態様として、メッシュ状の導電性パターンを有する透明ヒータの上面図を示し、図2に、図1における領域Sの斜視図を示す。本実施形態の透明ヒータ100は、透明基材110表面又は内部に、導電性パターン130を有するヒータ部120を有する。

[0012] 図1に示されるように、ヒータ部120を構成する導電性パターン130は、例えば、導電性細線140から構成されるパターンである。導電性パターン130は、電極（不図示）を介して電源150に電氣的に接続されており、電源150が導電性パターンに電流を流すことにより、導電性パターン130が発熱し、透明ヒータ100がヒータ機能を発揮する。

[0013] 導電性パターン130は、図1に示すような導電性細線140が交差するグリッドパターン（メッシュパターン）であってもよいし、ラインパターンであってもよく、このように構成される導電性細線140の太さや密度によって、透明性や発熱能力、あるいは後述する熱応答性を制御することができる。本実施形態の透明ヒータの設計方法においては、所望の透明性や発熱能力を得る観点から、導電性パターン130をどのように構成すべきであるかという指針となる設計情報を算出する。

[0014] 1. 1. ハードウェア構成

本実施形態では、例えば、設計装置である情報処理装置300によって、透明ヒータ100の目的とする透過率T及び発熱能力Cに基づいて、導電性パターン130を構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、導電性パターン130のパターン形状PATに関する情報を含む設計情報DIを算出するシステムが構築される。

[0015] 図3は、本実施形態に係る情報処理装置300のハードウェア構成と機能構成の一例を示す図である。図3に示すように情報処理装置300は、典型的には、1つ又は複数のプロセッサ310、有線又は無線の通信を制御する通信インターフェース320、入出力インターフェース330、メモリ340、ストレージ350及びこれらの構成要素を相互接続するための1つ又は複数の通信バス360を含み、これらの協働により、本開示に記載される処理、機能、または、方法を実現する。

[0016] このような端末としては、例えば、パーソナルコンピュータ、タッチパネル、タブレットなどが挙げられる。

[0017] プロセッサ310は、メモリ340に記憶されるプログラムに含まれるコード、または、命令によって実現する処理、機能、または、方法を実行する。プロセッサ310は、限定でなく例として、1又は複数の中央処理装置（CPU）、GPU（Graphics Processing Unit）を含む。

[0018] 通信インターフェース320は、ネットワークを介して他の情報処理装置と各種データの送受信を行う。当該通信は、有線、無線のいずれで実行されてもよく、互いの通信が実行できるのであれば、どのような通信プロトコルを用いてもよい。例えば、通信インターフェース320は、ネットワークアダプタ等のハードウェア、各種の通信用ソフトウェア、又はこれらの組み合わせとして実装される。

[0019] 入出力インターフェース330は、情報処理装置300に対する各種操作を入力する入力装置、および、情報処理装置300で処理された処理結果を

出力する出力装置を含む。例えば、入出力インターフェース 330 は、キーボード、マウス、及びタッチパネル等の情報入力装置や、表示装置などの情報出力装置を含む。

[0020] メモリ 340 は、ストレージ 350 からロードしたプログラムを一時的に記憶し、プロセッサ 310 に対して作業領域を提供する。メモリ 340 には、プロセッサ 310 がプログラムを実行している間に生成される各種データも一時的に格納される。メモリ 340 は、限定でなく例として、ROM、DRAM、SRAM、DDR RAM 又は他のランダムアクセス固体記憶装置などの高速ランダムアクセスメモリ等であってよく、これらが組み合わせられてもよい。

[0021] ストレージ 350 は、プログラム、各種機能部、及び各種データを記憶する。ストレージ 350 は、限定でなく例として、磁気ディスク記憶装置、光ディスク記憶装置、フラッシュメモリデバイス、又は他の不揮発性固体記憶装置などの不揮発性メモリ等であってよく、これらが組み合わせられてもよい。ストレージ 350 の他の例としては、プロセッサ 310 から遠隔に設置される 1 つ又は複数の記憶装置を挙げることができる。

[0022] 本実施形態において、ストレージ 350 はプログラム、機能部及びデータ構造、又はそれらのサブセットを格納する。情報処理装置 300 は、ストレージ 350 に記憶されているプログラムに含まれる命令をプロセッサ 310 が実行することによって、図 3 に示すように、設計処理部 343 及び表示制御部 344 として機能するように構成されている。

[0023] オペレーティングシステム 341 は、例えば、様々な基本的なシステムサービスを処理するとともにハードウェアを用いてタスクを実行するためのプロセスを含む。

[0024] ネットワーク通信部 342 は、例えば、情報処理装置 300 をマスク製造装置、版製造装置又は導電性パターン形成装置等の他の装置に、通信インターフェース 320、及びネットワークを介して接続するために使用され、各種情報の送受信部として機能する。

- [0025] 具体的な動作処理については後述するが、設計処理部343は、透明ヒータ100の目的とする透過率T及び発熱能力Cに基づいて、導電性パターン130を構成する導電性細線140の太さに関する情報、及び、導電性パターン130のパターン形状PATに関する情報を含む設計情報D1を算出する処理を実行する。この際、設計処理部343は、入出力インターフェース330を介して、目的とする透過率T及び発熱能力Cに関する情報を設計者から受け付けてもよい。
- [0026] また、設計処理部343は、透明ヒータに接続する電源容量 E_0 に関する情報をさらに含む設計情報D1を算出する処理を実行するようにしてもよい。これにより、設計した透明ヒータ100に適する電源容量 E_0 を指定できるため、電源容量を有効に生かすことができる透明ヒータを実現できるほか、電源容量 E_0 が過剰に大きい電源が接続されることを抑制することもできる。
- [0027] 電源容量 E_0 に関する情報は、ある電源容量 E_0 を選択した時の熱応答性に関する情報をさらに含んでもよい。後述するように、発熱能力Cは電源容量 E_0 による制限を受け、放熱能力は電源容量 E_0 による制限を受けない傾向がある。そのため、透明ヒータの熱応答性、例えば、発熱能力Cと放熱能力Dの比（発熱能力C／放熱能力D）は、電源容量 E_0 に応じて変化する。設計情報D1がこのような熱応答性に関する情報を電源容量 E_0 に関する情報として含むことにより、設計者は、ある電源容量 E_0 に透明ヒータを接続したときにどの程度の熱応答性を示すかを速やかに把握することが可能となる。
- [0028] さらに、設計処理部343は、透明ヒータ100の目的とする熱応答性にさらに基づいて、設計情報D1を算出する処理を実行するようにしてもよい。この際、設計処理部343は、入出力インターフェース330を介して、目的とする熱応答性に関する情報を設計者から受け付けてもよい。一般的に、ヒータにはその用途や目的に応じて所定の熱応答性が求められる。例えば、カメラのレンズの表面に貼り付けるような用途では、ヒータには温度の精密な制御が求められ、ヒータ温度を細かく制御する観点から、熱しやすく冷めやすい熱応答性能が求められることが想定される。また、窓ガラスや車両

のフロントガラスの曇りや霜の発生を防止するような用途では、ヒータには発生した熱が電力供給停止後も保たれるようにする観点から、冷めにくい熱応答性能が求められることが想定される。

[0029] しかしながら、透明ヒータ100の透明性、発熱能力、及び放熱能力と、導電性パターン130を規定するパラメータとの間には、複雑な関係が存在し、所望の熱応答性を有する透明ヒータ100を得ようとすれば、多数のパラメータを調整しなければならずその設計は容易ではない。これに対して、本実施形態の設計方法を用いることにより、所望の熱応答性を有する透明ヒータ100を、比較的容易に設計することが可能となる。

[0030] また、設計処理部343は、送受信部を介して、設計情報D1を他の装置に送信してもよい。他の装置としては、設計情報D1を用いて透明ヒータ100を製造する装置、或いは、透明ヒータ100を製造するために用いる部材を製造する装置が挙げられる。より具体的には、透明ヒータ100を製造するために用いる部材としては、マスクや版が挙げられ、これら部材を製造する装置としては、マスク製造装置や版製造装置が挙げられる。また、設計情報D1を用いて透明ヒータ100を製造する装置としては、特に限定されないが、例えば、マスクを用いてフォトリソグラフィ法などにより透明ヒータ100を製造する装置、版を用いて有版印刷法により透明ヒータ100を製造する装置、又は、インクジェット法などにより透明ヒータ100を製造する装置が挙げられる。なお、設計情報D1を用いて透明ヒータ100を製造する装置をまとめて、「導電性パターン形成装置」ということもある。

[0031] 設計処理部343は、例えば、マスク製造装置とマスクを用いてフォトリソグラフィ法などにより透明ヒータ100を製造する装置の両方、或いは、版製造装置と版を用いて有版印刷法により透明ヒータ100を製造する装置の両方に設計情報D1を送信するようにしてもよい。これにより、設計情報D1に含まれる情報のうち導電性パターン130の線幅 W_1 やパターン形状PATといった平面視における形状に関する情報は、マスク製造装置や版製造装置で使用し、設計情報D1に含まれる情報のうち導電性パターン130

の断面積や導電性細線140の膜厚といった立体的な形状に関する情報は、透明ヒータ100を製造する装置において使用することができる。

[0032] 表示制御部344は、設計処理部343が算出した設計情報D1を表示装置に表示制御してもよい。設計情報D1の表示制御の態様は、特に限定されないが、例えば、該当する導電性細線140の太さに関する情報、及び、導電性パターン130のパターン形状PATに関する情報をテキストにより、表示してもよいし、図5～6に示すような二次元または三次元のグラフとして表示してもよい。

[0033] また、表示制御部344は、設計情報D1に加えて、目的とする透過率T及び発熱能力Cと隣接する透過率T'及び発熱能力C'に基づいて算出した隣接設計情報D1'を表示装置に表示制御してもよい。ここで、「隣接する」とは、例えば、目的とする透過率Tが88～90%であれば、86～88%及び90～92%等のように、目的とする透過率Tより多い又は少ない範囲をいう。このような透過率T'及び発熱能力C'に基づいて算出した隣接設計情報D1'を表示制御することにより、より透過率を上げた場合や下げた場合における設計情報を参考情報として把握することが可能となり、設計しやすくなる。

[0034] 隣接設計情報D1'の表示制御の態様は、特に限定されないが、例えば、設計情報D1と同様に、テキストにより、表示してもよいし、図5～6に示すような二次元または三次元のグラフとして表示してもよい。また、表示制御部344は、設計情報D1と隣接設計情報D1'を併せて表示制御する際には、設計情報D1をハイライトして表示制御してもよい。

[0035] 1. 2. 動作処理

次に、このように構成された本発明の実施形態の情報処理装置300の動作について説明する。

[0036] 1. 2. 1. 設計処理ステップ

設計処理において用いる各用語を説明してから、設計処理部343が設計情報D1を算出する設計ステップの具体的な態様について説明する。なお、

設計ステップの態様は、特に限定されないが、例えば、以下のパターン1～7が挙げられる。

[0037] なお、本実施形態において、「透過率T」とは、透明ヒータ100の導電性パターン130が形成された部分における可視光透過率を意味する。なお、透過率Tとしては、可視光透過率の実測値に代えて、導電性パターンからの計算値を用いてもよい。

[0038] 導電性細線140の線幅 W_1 は $10\mu\text{m}$ 以下に設計することが好ましい。導電性細線140の線幅 W_1 が $10\mu\text{m}$ 以下など十分に細かい場合には、導電性細線140の視認性が低下し、透明ヒータの透明性がより向上する。

[0039] まず、開口率ROは、所定面積のヒータ部120における導電性細線140がない部分の面積の比率として、下記式(1)で求めることができる。また、下記式(1)は、以下のように、線幅 W_{11} 、 W_{12} 、開口幅 W_{21} 、 W_{22} 、ピッチ P_1 、 P_2 によって表すこともできる。

$$\begin{aligned} \text{開口率RO (\%)} &= \{ (\text{所定の領域における導電性細線のない部分の面積}) / (\text{所定の領域におけるヒータ部の面積}) \} \times 100 \quad \dots (1) \\ &= \{ (W_{21} \times W_{22}) / (P_1 \times P_2) \} \times 100 \\ &= \{ (P_1 - W_{11}) \times (P_2 - W_{12}) / (P_1 \times P_2) \} \times 100 \end{aligned}$$

[0040] 透過率Tは、上記の開口率RO、透明基材100の透過率及び導電性細線140の透過率を用いて、下記式(2)により近似することができる。導電性細線140が光を透過しないとみなせる場合には、下記式(2)において導電性細線140の透過率を0として計算することもできる。

$$\text{透過率T (\%)} = \{ (\text{透明基材の透過率}) \times (\text{開口率RO (\%)}) + (\text{透明基材の透過率}) \times (\text{導電性細線の透過率}) \times (100 - \text{開口率RO (\%)}) \} / 100 \quad \dots (2)$$

上記の透明基材の透過率及び導電性細線の透過率は、使用する材料等に応じて、予め記憶させておいたものを用いてもよいし、入出力インターフェース330を介して、設計者から入力されたものを用いてもよい。

[0041] なお、本実施形態においては、図1～2のように、長方形のグリッドパタ

ーンの場合における線幅は、方向に応じて、線幅 W_{11} 、 W_{12} と表記し、特に方向で区別しない場合には単に線幅 W_1 と表記する。また、同様に、長方形のグリッドパターンの場合における開口幅は、開口幅 W_{21} 、 W_{22} と表記し、特に方向で区別しない場合には単に開口幅 W_2 と表記する。ピッチ P においても同様である。

[0042] また、「発熱能力 C 」とは、透明ヒータ100の導電性パターン130における発熱能力を意味し、導電性パターン130で消費される電力 E で表すことができる。

[0043] まず、シート抵抗率 R_s は、導電性細線の比抵抗とヒータ部120の単位長さ当たりの導電性細線140の断面積 S_m に基づいて求めることができる。例えば、導電性細線の比抵抗に比例し、断面積 S_m に反比例する下記式(3)で表すことができる。したがって、断面積 S_m が大きくなるように設計するとシート抵抗率 R_s が低下する。

$$\text{シート抵抗率 } R_s = \text{係数 } k_1 \times (\text{導電性細線の比抵抗}) / (\text{ヒータ部の単位長さ当たりの導電性細線の断面積 } S_m) \quad \dots \quad (3)$$

係数 k_1 : 比抵抗, S_m 以外の項をまとめた係数

上記の導電性細線の比抵抗は、使用する材料等に応じて、予め記憶させておいたものを用いてもよいし、入出力インターフェース330を介して、設計者から入力されたものを用いてもよい。

[0044] また、シート抵抗率 R_s は、導電性細線の太さとパターン形状の組み合わせに基づいて断面積 S_m を算出することによって求めることもできる。例えば、長方形のグリッドパターンの場合において、 S_m が線幅 W_1 、膜厚 H 、ピッチ P を用いて $W_1 \times H / P$ で表されると近似し、かつ、開口率 RO の式(1)を利用して、 W_1 / P を開口率 RO の式として整理し直すことにより、シート抵抗率 R_s を膜厚 H と開口率 RO を用いて下記式(4)で表すこともできる。開口率と膜厚に基づいてシート抵抗率を推定した試算グラフの一例を図4に示す。

$$\text{シート抵抗率 } R_s = \text{係数 } k_2 \times (\text{導電性細線の比抵抗}) / (\text{導電性細線}$$

の膜厚H) × {1 + (開口率RO (%) / 100)^{1/2}} / {1 - (開口率RO (%) / 100)} . . . (4)

係数 k_2 : 式(4)で明記した以外の項をまとめた係数

[0045] そして、例えば、ヒータ部120の長さ及び幅を L_1 、 L_2 としたとき、ヒータの消費電力 E を算出するためのヒータの抵抗値はシート抵抗率 R_s を用いて下記式(5)のように計算することができる。そして、所定の長さ L_1 および幅 L_2 のヒータ部120を構成する導電性パターン130の抵抗で消費される電力 E は、電源電圧 V_0 に比例し、シート抵抗率 R_s に反比例するため、下記式(6)のように表される。

$$\text{ヒータの抵抗値 } R = R_s \times L_1 / L_2 \quad \dots (5)$$

$$\text{抵抗で消費される電力 } E = V_0^2 / R \quad \dots (6)$$

[0046] そうすると、式(5)と式(6)から、消費電力 E は式(7)のように断面積 S_m の関数として表現することができる。なお、断面積 S_m は、線幅 W_1 、膜厚 H 、及びピッチ P から求めることもできるため、消費電力 E は線幅 W_1 、膜厚 H 、及びピッチ P の関数として表現することもできる。シート抵抗率 R_s が小さくなるように設計すると抵抗で消費される電力 E が上昇する。

$$\text{抵抗で消費される電力 } E = \text{係数 } k_3 \times V_0^2 \times \text{断面積 } S_m \quad \dots (7)$$

係数 k_3 : V_0 、 S_m 以外の項をまとめた係数

[0047] さらに、「放熱能力 D 」とは、透明ヒータ100の導電性パターン130における放熱能力を意味し、導電性パターン130の熱の低下のしやすさで表すことができる。例えば、主に導電性パターン130から電極に熱が伝わることによって放熱が行われると仮定すると、放熱能力 D は、導電性細線140の断面積($W_1 \times H$)に比例して大きくなり、ピッチに比例して小さくなる。例えば、放熱能力 D は、下記式(8)のように表すことができる。

$$\text{放熱能力 } D = \text{係数 } k_4 \times \{\text{導電性細線の断面積 } (W_1 \times H)\} / \{\text{導電性細線のピッチ } P\} \quad \dots (8)$$

係数 k_4 : 式(8)で明記した以外の項をまとめた係数

式(8)中、 W_1 と P の組み合わせとしては、透明ヒータの電極配置に応じて W_{11} と P_1 の組み合わせ又は W_{12} と P_2 の組み合わせを用いてよい。

[0048] 「設計情報D1」とは、導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報と、導電性パターンのパターン形状PATと、を含むものをいう。これにより、所定の太さの導電性細線140で所定のパターン形状PATで導電性パターン130を構成することが可能となる。

[0049] また、導電性細線140の太さに関する情報としては、線幅 W_1 、断面積 S 、膜厚 H 、及びアスペクト比(H/W_1)が挙げられ、このうち2つを特定することで導電性細線140の太さを特定することができる。例えば、線幅 W_1 と断面積 S を特定することで、導電性細線140の膜厚 H に関する情報も得ることができ、また、線幅 W_1 と膜厚 H や、膜厚 H とアスペクト比(H/W_1)を算出することで断面積 S についての情報も得ることができる。以降においては、線幅 W_1 、断面積 S 、膜厚 H 、及びアスペクト比(H/W_1)のうち2つが特定されれば、他も特定されるものとする。

[0050] 「パターン形状PAT」には、グリッドパターンであれば三角形、四角形、六角形などの形状や、その形状を規定するピッチや開口部面積 SO 又は開口率 RO など、パターンを形成するための具体的な情報が含まれるものとする。

[0051] 以下において示す設計ステップの具体例では、導電性パターン130が正方形のグリッドパターンである場合を例に設計方法について説明する。この場合には、「太さとパターン形状の組み合わせ」は、線幅と膜厚とピッチとの組み合わせと読み替えることができる。しかし、本実施形態は、正方形のグリッドパターンである場合に限られず、任意のパターンを用いることが可能であり、以下に置いて説明する各種試算グラフは用いるパターンに応じて適宜変更して用いることができる。

[0052] 1. 2. 1. 1. パターン1

図5に、パターン1における設計ステップのフローチャートを示す。パターン1では、設計情報D1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部3

43が、透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG11を特定するステップA1と、組み合わせG11の中から、発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG12を特定するステップB1と、を含む。

[0053] ステップA1は、目的とする透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG11を特定するステップである。ステップA1では、太さとパターン形状に基づいて導電性パターン130の透過率Tやそれに関連するパラメータを推定し、所望の透過率Tを満たす太さとパターン形状の組み合わせG11を特定する。この際に、上記式(1)やその変形式を用いるようにしてもよい。これにより、所望の透明性を有する透明ヒータ100を設計することができる。

[0054] 図6に、太さとパターン形状に基づいて透過率Tを推定した試算グラフを示す。当該試算グラフは、式(2)やその変形式を用いて描画することができる。このような試算グラフを用いることにより、目的とする透過率Tに応じた太さとパターン形状の組み合わせG11を特定することができる。例えば、透過率Tを95%以上に設定する場合には、その透過率Tを満たす領域R11を特定し、その領域R11を満たす線幅とピッチの組み合わせG11を特定することができる。

[0055] また、ステップB1は、組み合わせG11の中から、目的とする発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG12を特定するステップである。ステップB1では、太さとパターン形状に基づいて透明ヒータ100の発熱能力Cやそれに関連するパラメータを推定し、所望の発熱能力Cを満たす太さとパターン形状の組み合わせG12を特定する。この際に、上記式(6)やその変形式を用いるようにしてもよい。これにより、所望の発熱能力を有する透明ヒータ100を設計することができる。

[0056] 図7に、透過率Tと膜厚Hに基づいて導電性パターン130の発熱能力Cを推定した試算グラフを示す。当該試算グラフは、式(6)やその変形式を用いて描画することができる。このような試算グラフを用いることにより、

目的とする発熱能力に応じた太さとパターン形状の組み合わせG12を特定することができる。例えば、発熱能力を15W以上に設定する場合には、グラフ上の領域R12を特定し、その領域R12を満たす透過率Tと膜厚の組み合わせを特定することができる。続いて、G12を透明ヒータ製造上の制約条件からさらに絞り込むことができる。透明ヒータ製造上の制約条件としては、例えば、線幅と膜厚との関係（アスペクト比）や、線幅の上限を挙げることができる。これらの制約条件は、予め記憶したものをを用いてもよいし、入出力インターフェース330を介して設計者から指定を受け付けてもよい。さらに、透明ヒータの製造方法の指定に応じた制約条件を用いてもよい。例えば、導電性パターンの視認性の観点から線幅 $W_1 < 10 \mu\text{m}$ とし、製造方法が反転転写印刷法の場合には、アスペクト比の制約条件として（膜厚H）／（線幅 W_1 ） < 0.15 を用いる。これらの制約条件から線幅の上下限を設定する。次いで、図7のグラフ上で一点又は領域を指定すると、その一点又は領域に対応する透過率T、膜厚Hの組み合わせに基づいて、透過率Tと透明ヒータ製造上の制約条件を満たす線幅 W_1 及びピッチPの組み合わせが表示される。このような表示を行う場合に、熱応答性等を併せて表示してもよい。それらの組み合わせの中から選択を受け付けることにより、G12を特定することができる。組み合わせの選択に際しては、入出力インターフェース330を介して設計者から指定を受け付けてもよい。

[0057] パターン1では組み合わせG12により太さとパターン形状が特定可能であれば、そこで所望の透過率Tと発熱能力Cを満たす設計情報が得られたものとして設計ステップを終了する。一方で、組み合わせG12を特定しようとした際に、実現可能な太さとパターン形状が存在しない場合には、条件を変更してステップA1～B1を再実施するループ処理を行ってもよい（ステップD1）。

[0058] ループ処理としては、例えば、目的とする透過率T及び／又は発熱能力Cを変更し、上記ステップA1乃至B1を実行する処理が挙げられる。さらに、組み合わせG12において実現可能な太さとパターン形状が存在する場合

であっても、上記処理を実行することで、最適な太さとパターン形状を特定するようにしてもよい。

[0059] さらに、設計処理ステップにおいて、設計処理部343は、透明ヒータ100に接続する電源容量 E_0 に関する情報をさらに含む設計情報D1を算出する処理を実行するようにしてもよい。この際、設計処理部343は、例えば、組み合わせG12における太さとパターン形状、又は、ステップB1で考慮した発熱能力Cに基づいて、式(7)又はその変形式から抵抗で消費される電力Eを算出し、その電力Eに基づいて、透明ヒータ100に接続する電源容量 E_0 に関する情報を設計情報D1に含めることができる。

[0060] 電力Eに基づいて電源容量 E_0 を算出する方法としては、特に限定されないが、例えば、電力 $E \pm 30\%$ や $\pm 50\%$ の範囲の電源容量 E_0 として算出することができる。これにより、電源の安定性を考慮した余裕を持った設計が可能となる。

[0061] 設計処理ステップにおいて、設計処理部343が透明ヒータ100に接続する電源容量 E_0 に関する情報をさらに含む設計情報D1を算出する処理は、以下のパターン2~7においても同様に実行することができる。

[0062] 1. 2. 1. 2. パターン2

図8に、パターン2における設計ステップのフローチャートを示す。パターン2では、設計情報D1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部343が、発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG21を特定するステップA2と、組み合わせG21の中から、透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG22を特定するステップB2と、を含む。ステップB2において、G22を特定する方法としては、パターン1においてG12を特定する方法と同じものを用いることができる。すなわち、パターン2は、ステップの順序がパターン1と異なること以外はパターン1と同様に処理をすることができる。

[0063] パターン2では組み合わせG22により太さとパターン形状が特定可能であれば、そこで所望の透過率Tと発熱能力Cを満たす設計情報が得られたも

のとして設計ステップを終了する。一方で、組み合わせG 2 2を特定しようとした際に、実現可能な太さとパターン形状が存在しない場合には、条件を変更してステップA 2～B 2を再実施するループ処理を行ってもよい（ステップD 2）。

[0064] ループ処理としては、例えば、目的とする透過率T及び／又は発熱能力Cを変更し、上記ステップA 2乃至B 2を実行する処理が挙げられる。さらに、組み合わせG 2 2において実現可能な太さとパターン形状が存在する場合であっても、上記処理を実行することで、最適な太さとパターン形状を特定するようにしてもよい。

[0065] 1. 2. 1. 3. パターン3

パターン2では、設計情報D 1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部3 4 3が、透過率Tと発熱能力Cの2つに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 3 1を特定するステップA 3を含む。

[0066] ステップA 3は、透過率Tと発熱能力Cの2つに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 3 1と特定できるものであれば、特に限定されないが、例えば、ピッチと線幅など軸が共通する二つのグラフを重ねて一気に透過率Tと発熱能力C（消費電力）を満たす組み合わせG 3 1を特定してもよい。

[0067] 1. 2. 1. 4. パターン4

パターン4及び後述するパターン5は、設計処理部3 4 3が透明ヒータ1 0 0の目的とする熱応答性にさらに基づいて、設計情報D 1を算出する処理を実行するステップを含むものである。

[0068] 図9に、パターン4における設計ステップのフローチャートを示す。パターン4では、設計情報D 1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部3 4 3が、透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 1 1を特定するステップA 1と、組み合わせG 1 1の中から、発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 1 2を特定するステップB 1と、組み合わせG 1 2の中から、透明ヒータに要求される熱応答性を満たすような、

太さとパターン形状の組み合わせG 1 3を特定するステップC 1と、を含む。パターン4におけるステップA 1及びB 1は、パターン1と同様に処理をすることができる。

[0069] ステップC 1は、組み合わせG 1 2の中から、透明ヒータに要求される熱応答性を満たすような、太さとパターン形状の組み合わせG 1 3を特定するステップである。

[0070] 「熱応答性」とは、特に限定されないが、例えば、発熱能力Cと放熱能力Dのバランスであり、発熱能力Cを一定としたときに放熱能力Dが高いほど、その透明ヒータは冷めやすい設計となり、発熱能力Cを一定としたときに放熱能力Dが低いほど、その透明ヒータは冷めにくい設計となる。また、放熱能力Dを一定としたときに発熱能力Cが高いほど、その透明ヒータは温めやすい設計となり、放熱能力Dを一定としたときに発熱能力Cが低いほど、その透明ヒータは温めにくい設計となる。

[0071] 熱応答性の指標としては、特に限定されないが、例えば、放熱能力D、 $1/\text{放熱能力D}$ 、 $\text{発熱能力C}/\text{放熱能力D}$ 、 $\text{放熱能力D}/\text{発熱能力C}$ 、 $\text{発熱能力C}-\text{放熱能力D}$ が挙げられる。

[0072] ステップC 1は、これら傾向から、発熱能力Cと放熱能力Dについて所望のバランスを有する太さとパターン形状の組み合わせG 1 3を特定するステップである。

[0073] このステップC 1では、例えば、上述した式(6)やその変形式により表現される発熱能力Cと、式(8)やその変形式により表現される放熱能力Dをそれぞれ設定し、両者ともに満たすように組み合わせG 1 3を特定してもよいし、既にステップB 1で発熱能力Cについては考慮しているため、式(8)やその変形式により表現される放熱能力Dに基づいて、組み合わせG 1 3を特定してもよい。

[0074] また、例えば、上述した式(6)やその変形式により表現される発熱能力Cと、式(7)やその変形式により表現される放熱能力Dの比($\text{発熱能力C}/\text{放熱能力D}$)を一つの指標として、所望の熱応答性を満たす太さとパター

ン形状の組み合わせG13を特定してもよい。続いて、G13を透明ヒータ製造上の制約条件からさらに絞り込むことができる。透明ヒータ製造上の制約条件としては、例えば、線幅と膜厚との関係（アスペクト比）や、線幅の上限を挙げることができる。これらの制約条件は、予め記憶したものを採用してもよいし、入出力インターフェース330を介して設計者から指定を受け付けてもよい。さらに、透明ヒータの製造方法の指定に応じた制約条件を採用してもよい。例えば、導電性パターンの視認性の観点から線幅 $W_1 < 10 \mu\text{m}$ とし、製造方法が反転転写印刷法の場合には、アスペクト比の制約条件として（膜厚H）／（線幅 W_1 ） < 0.15 を用いる。これらの制約条件から線幅の上下限を設定する。次いで、透過率Tと膜厚Hに基づいて導電性パターン130の熱応答性を推定した試算グラフ上で一点又は領域を指定すると、その一点又は領域に対応する透過率T、膜厚Hの組み合わせに基づいて、透過率Tと透明ヒータ製造上の制約条件を満たす線幅 W_1 及びピッチPの組み合わせが表示される。このような表示を行う場合に、熱応答性等を併せて表示してもよい。それらの組み合わせの中から選択を受け付けることにより、G13を特定することができる。組み合わせの選択に際しては、入出力インターフェース330を介して設計者から指定を受け付けてもよい。

[0075] なお、実際は、式（6）で示されるように発熱能力Cは電源容量 E_0 による制限をうけるため、透明ヒータ100の導電性パターン130の設計以外の部分において、考慮すべき上限が存在する。一方で、放熱能力は電源容量 E_0 とは無関係である。そのため、ステップC1において、導電性細線140の太さとパターン形状の組み合わせG13の特定する際には、発熱能力と放熱能力とが共に変化するような太さとパターン形状の組み合わせ範囲と、ある閾値を境にして発熱能力はそれ以上上昇しないのに対し、放熱能力は変化するような太さとパターン形状の組み合わせ範囲とが現れる。

[0076] そのため、ステップC1においては、電源容量 E_0 を考慮しつつ、組み合わせG12の中から、透明ヒータに要求される熱応答性を満たすような、太さとパターン形状の組み合わせG13を特定することが望ましい。

[0077] また、そのようにして特定された組み合わせG 1 3に係る設計情報D 1は、透明ヒータに接続する電源容量 E_0 に関する情報をさらに含むことが好ましい。

[0078] 組み合わせG 1 3を特定しようとした際に、実現可能な太さとパターン形状が存在しない場合、又は、予め定められた条件に該当する場合には、条件を変更してステップA 1～C 1を再実施するループ処理を行ってもよい（ステップD 1）。なお、ここで、予め定められた条件に該当する透明ヒータが設計できない場合とは、ステップC 1において、電源容量 E_0 を考慮して比（発熱能力C／放熱能力D）を調整して所望の熱応答性を達成したとしても、上記のように電源容量 E_0 を設定したことにより発熱能力Cが制限を受けた結果、ステップB 1における発熱能力を満たさなくなったような場合をいう。

[0079] これらの場合には、例えば、透過率T又はそれに関するパラメータを変更し、ステップA 1乃至C 1を実行する処理、発熱能力C又はそれに関するパラメータを変更し、ステップA 1乃至C 1を実行する処理、熱応答性又はそれに関するパラメータを変更し、ステップA 1乃至C 1を実行する処理が挙げられる。

[0080] 1. 2. 1. 5. パターン5

図10に、パターン5における設計ステップのフローチャートを示す。パターン5では、設計情報D 1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部343が、発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 2 1を特定するステップA 2と、組み合わせG 2 1の中から、透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 2 2を特定するステップB 2と、組み合わせG 2 2の中から、透明ヒータに要求される熱応答性を満たすような、太さとパターン形状の組み合わせG 2 3を特定するステップC 2と、を含む。パターン5におけるステップA 2及びB 2は、パターン2と同様に処理をすることができる。

[0081] ステップC 2は、組み合わせG 2 2の中から、透明ヒータに要求される熱応答性を満たすような、太さとパターン形状の組み合わせG 2 3を特定する

ステップである。パターン5におけるステップC2は、パターン4と同様に処理をすることができる。

[0082] 組み合わせG23を特定しようとした際に、実現可能な太さとパターン形状が存在しない場合、又は、予め定められた条件に該当する場合には、条件を変更してステップA1～C1を再実施するループ処理を行ってもよい（ステップD2）。なお、ここで、予め定められた条件に該当する透明ヒータが設計できない場合とは、ステップC1において、電源容量 E_0 を考慮して比（発熱能力C／放熱能力D）を調整して所望の熱応答性を達成したとしても、上記のように電源容量 E_0 を設定したことにより発熱能力Cが制限を受けた結果、ステップA1における発熱能力を満たさなくなったような場合をいう。

[0083] これらの場合には、例えば、透過率T又はそれに関するパラメータを変更し、ステップA2乃至C2を実行する処理、発熱能力C又はそれに関するパラメータを変更し、ステップA2乃至C2を実行する処理、熱応答性又はそれに関するパラメータを変更し、ステップA2乃至C2を実行する処理が挙げられる。

[0084] 1. 2. 1. 6. パターン6

パターン6は、パターン5において目的とする発熱能力Cに基づいて組み合わせG21を特定する代わりに、透明ヒータ100に接続する電源容量 E_0 を想定し、これを発熱能力Cの代わりに用いて、太さとパターン形状の組み合わせG31を特定するパターンである。パターン6は、発熱能力Cとして、より具体的に電源容量 E_0 を想定しているものであり、その意味において、パターン6はパターン5の下位概念に相当する。

[0085] 図11に、パターン6における設計ステップのフローチャートを示す。パターン6では、設計情報D1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部343が、透明ヒータ100に接続する電源容量 E_0 に基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG31を特定するステップA3と、組み合わせG31の中から、透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG32を特定するステップB3と、組み合わせG32の中から、透明ヒータの目的と

する熱応答性に応じて、導電性細線の太さとパターン形状の組み合わせG33を特定するステップC3と、を含む。

[0086] ステップA3は、透明ヒータに接続する電源容量 E_0 に基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG31を特定するステップである。ステップA3では、太さとパターン形状に基づいて導電性パターン130の抵抗で消費される電力Eを推定し、その電力Eと電源容量 E_0 とを比較して、電源容量 E_0 を有効に利用できる太さとパターン形状の組み合わせG31を特定する。これにより、電力Eが電源容量 E_0 を過剰に上回ったり、あるいは電力Eが電源容量 E_0 を過剰に下回ったりしない、太さとパターン形状の組み合わせG31を特定することができる。

[0087] 例えば、図7に示すような試算グラフを用いることにより、電源容量 E_0 から太さとパターン形状の組み合わせG31を特定することができる。例えば、電源容量 E_0 が7.5Wである場合には、電力Eが5~10Wとなるような領域R12を特定し、その領域R12を満たす線幅とピッチの組み合わせG31を特定することができる。

[0088] 領域R12を特定するにあたり、電力Eは電源容量 E_0 を基準として、電源容量 E_0 の70~130%、80~120%、90~110%などの値域をとってもよい。このように設計する電力Eに幅を持たせることで、後述するステップにおいて、熱応答性に応じた太さとパターン形状を規定しやすくなる。具体的には、電源容量 E_0 を上回る電力Eとなるような太さとパターン形状の組み合わせでは、発熱能力が頭打ちとなる一方で、放熱能力を向上することができる。また、電源容量 E_0 を上回る電力Eとなるような太さとパターン形状の組み合わせでは、透明性をより向上することができる。

[0089] ステップB3は、組み合わせG31の中から、例えば、透過率Tが所定値以上となる太さとパターン形状の組み合わせG32を特定するステップである。ステップB3では、太さとパターン形状に基づいて導電性パターン130の透過率Tを推定し、所望の透過率Tを満たす太さとパターン形状の組み合わせG32を特定する。これにより、所望の透明性を有する透明ヒータ1

00を設計することができる。

[0090] 例えば、図6に示すような試算グラフを用いることにより、組み合わせG31の中で、目的とする透過率Tに応じた太さとパターン形状の組み合わせG32を特定することができる。例えば、透過率Tを95%以上に設定する場合には、その透過率Tを満たす領域R11を特定し、その領域R11を満たす線幅とピッチの組み合わせG32を特定することができる。

[0091] ステップC3は、組み合わせG32の中から、透明ヒータの目的とする熱応答性に応じて、導電性細線140の太さとパターン形状の組み合わせG33を特定するステップである。パターン5におけるステップC2は、パターン5と同様に処理をすることができる。

[0092] 1. 2. 1. 7. パターン7

パターン7は、パターン4において目的とする発熱能力Cに基づいて組み合わせG12を特定する代わりに、透明ヒータ100に接続する電源容量E₀を想定し、これを発熱能力Cの代わりに用いて、太さとパターン形状の組み合わせG32を特定するパターンである。パターン7は、発熱能力Cとして、より具体的に電源容量E₀を想定しているものであり、その意味において、パターン7はパターン4の下位概念に相当する。

[0093] 図12に、パターン7における設計ステップのフローチャートを示す。パターン7では、設計情報D1を算出する設計ステップにおいて、設計処理部343が、透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG41を特定するステップA4と、組み合わせG41の中から、透明ヒータ100に接続する電源容量E₀に基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG42を特定するステップB4と、組み合わせG42の中から、透明ヒータの目的とする熱応答性に応じて、導電性細線の太さとパターン形状の組み合わせG43を特定するステップC4と、を含む。

[0094] ステップA4は、上記ステップB3に相当するステップであり、例えば、透過率Tが所定値以上となる太さとパターン形状の組み合わせG41を特定するステップである。ステップA4では、太さとパターン形状に基づいて導

電性パターン130の透過率Tを推定し、所望の透過率Tを満たす太さとパターン形状の組み合わせG42を特定する。これにより、所望の透明性を有する透明ヒータ100を設計することができる。

- [0095] ステップB4は、上記ステップA3に相当するステップであり、組み合わせG41の中から、透明ヒータ100に接続する電源容量 E_0 に基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG42を特定するステップである。ステップB4では、太さとパターン形状に基づいて導電性パターン130の抵抗で消費される電力Eを推定し、その電力Eと電源容量 E_0 とを比較して、電源容量 E_0 を有効に利用できる太さとパターン形状の組み合わせG42を特定する。これにより、電力Eが電源容量 E_0 を過剰に上回ったり、あるいは電力Eが電源容量 E_0 を過剰に下回ったりしない、太さとパターン形状の組み合わせG42を特定することができる。
- [0096] ステップC4は、上記ステップC3に相当するステップであり、組み合わせG42の中から、透明ヒータの目的とする熱応答性に応じて、導電性細線140の太さとパターン形状の組み合わせG43を特定するステップである。
- [0097] パターン6及び7において、組み合わせG33又はG43を特定しようとした際に、実現可能な太さとパターン形状が存在しない場合には、条件を変更してステップA3～C3又はA4～C4を再実施するループ処理を行ってもよい（ステップD3, D4）。
- [0098] 例えば、ループ処理導電性パターンを構成する導電性細線のアスペクト比又は高さを変更し、ステップA3～C3又はA4～C4を実行する処理、電源容量 E_0 を変更し、ステップA3～C3又はA4～C4を実行する処理、透過率Tを変更し、ステップA3～C3又はA4～C4を実行する処理が挙げられる。さらに、組み合わせG33又はG43において実現可能な太さとパターン形状が存在する場合であっても、上記処理を実行することで、最適な太さとパターン形状を特定するようにしてもよい。上記のように、透明ヒータの設計方法によれば、透明性、発熱能力、及び放熱能力を考慮した導電性

パターンの設計情報を得ることが可能となる。

[0099] 1. 2. 2. 表示制御ステップ

表示制御ステップにおいて、表示制御部344は、設計情報D1を表示装置に表示制御する処理を実行する。設計情報D1の表示制御の態様は、特に限定されないが、例えば、該当する導電性細線140の太さに関する情報、及び、導電性パターン130のパターン形状PATに関する情報をテキストにより、表示してもよいし、図6～7に示すような二次元または三次元のグラフとして表示してもよい。また、グラフによる表示の際には、図6～7に示すように、所望の透過率T及び/又は発熱能力Cを示す領域をハイライトして示してもよい。

[0100] さらに、上記パターン1～7によって実現可能な太さとパターン形状が存在しない場合には、表示制御部344は、表示装置に設計情報D1が特定できないことを示す表示を表示制御してもよい。

[0101] また、表示制御ステップにおいて、表示制御部344は、設計情報D1に加えて、目的とする透過率T及び発熱能力Cと隣接する透過率T'及び発熱能力C'に基づいて算出した隣接設計情報D1'を表示装置に表示制御してもよい。このような透過率T'及び発熱能力C'に基づいて算出した隣接設計情報D1'を表示制御することにより、より透過率を上げた場合や下げた場合における設計情報を参考情報として把握することが可能となり、設計しやすくなる。

[0102] 1. 2. 3. データ送信ステップ

設計処理部343は、設計情報D1を、マスク製造装置、版製造装置又は導電性パターン形成装置に送信するデータ送信ステップを実行してもよい。これにより、設計情報D1を用いて透明ヒータの製造を実行することができる。

[0103] 1. 3. プログラム

また、本実施形態においては、上記情報処理装置に上記設計方法を実行させるプログラム、該プログラムが記録された記録媒体、及び上記設計方法を

実行する情報処理装置を提供することもできる。

[0104] また、本実施形態の情報処理装置は、端末からの要求に応じて、上記設計方法を実行し、導電性パターンの設計に関する情報を端末へ送信するサーバであってもよい。

[0105] 2. マスクの製造方法

本実施形態のマスクの製造方法は、マスク製造装置が、上記透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D1に基づいて、マスクを製造する工程を有する。ここで製造されるマスクは、例えば、フォトマスクであってもよい。マスクの具体的な製造方法としては、特に限定されないが、例えば、電子ビーム描画などにより、設計情報D1に基づいてフォトマスク基板上にパターンを形成する方法が挙げられる。

[0106] 3. 版の製造方法

本実施形態の版の製造方法は、版製造装置が、上記透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D1に基づいて、版を製造する工程を有する。ここで、版としては、平版や円筒版を挙げることができる。版の具体的な製造方法としては、特に限定されないが、例えば、上記マスクの製造方法において得られたマスクを用いてフォトリソグラフィーにより版に設計情報D1に基づいたパターンを転写してもよいし、電子ビーム描画などにより、版に設計情報D1に基づいたパターンを直接形成してもよい。

[0107] 4. 透明ヒータの製造方法

本実施形態の透明ヒータの製造方法は、導電性パターン形成装置が、上記透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D1に基づいて、導電性パターンを形成し、透明ヒータを製造する工程を有する。

[0108] 透明ヒータの製造方法は、上記のようにして得られた版を用いて透明基材上に導電性パターンを有版印刷する方法、マスクを用いてフォトリソグラフィーにより透明基材上に導電性パターンを形成する方法、インクジェット法を用いて透明基材上に導電性パターンを形成する方法が挙げられる。以下、各方法について簡単に記載する。

[0109] 4. 1. 有版印刷法

有版印刷法では、マスク製造装置が、上記透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D1に基づいて、マスクを製造するマスク製造ステップと、マスクを用いて版を製造する版製造ステップと、版を用いた有版印刷法により、透明基材上に導電性パターンを形成し、透明ヒータを製造するヒータ製造ステップと、を有し、ヒータ製造ステップにおいて、設計情報D1に基づいて前記導電性パターンの膜厚を制御することにより、透明ヒータを製造する。

[0110] なお、有版印刷法においては、マスクを用いて版を製造する版製造ステップに代えて、マスクを用いず、版製造装置が直接版を製造するようにしてもよい。より具体的には、上記のとおり、版製造装置が設計情報D1に基づいて、電子ビーム描画などで、版を作製するようにしてもよい。

[0111] また、有版印刷法により透明基材上に導電性パターンを形成する方法は、特に限定されないが、例えば、金属粒子を含むインクを版を用いて反転転写印刷法により透明基材上に転写し、透明基材上に転写したインクを焼結することで、導電性細線を形成することができる。

[0112] ここで、導電性パターンの膜厚は、ヒータ製造ステップにおいて、設計情報D1に基づいて有版印刷法に用いる印刷装置によって制御することができる。より具体的には、印刷装置は、設計情報D1に基づいて、版に付与するインク量を調整することにより、導電性パターンの膜厚を制御することができる。また、版製造ステップにおいて、設計情報D1に基づいて版の深さを制御することで、導電性パターンの膜厚を制御することもできる。

[0113] 4. 2. フォトリソグラフィー法

フォトリソグラフィー法では、マスク製造装置が、上記透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D1に基づいて、マスクを製造するマスク製造ステップと、前記マスクを用いたフォトリソグラフィー法により、透明基材上に導電性パターンを形成し、透明ヒータを製造するヒータ製造ステップと、を有する、前記ヒータ製造ステップにおいて、設計情報D1に基づいて前

記導電性パターンの膜厚を制御することにより、透明ヒータを製造する。

[0114] なお、フォトリソグラフィ法では、透明基材の上に金属膜を一様に形成し、その上に感光材料を塗付し、上記マスクを用いて露光後に現像し、不要な箇所の金属膜を取り除くことで、導電性細線を形成することができる。

[0115] ここで、フォトリソグラフィ法を実行する装置は、ヒータ製造ステップにおいて、設計情報D1に基づいて導電性パターンの膜厚を制御することができる。より具体的には、設計情報D1に基づいて、金属膜の厚みや現像条件等を制御することにより、導電性パターンの膜厚を制御することができる。

[0116] 4. 3. インクジェット法

インクジェット法では、印刷装置が、上記透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D1に基づいて、透明基材上に導電性パターンを形成し、透明ヒータを製造するヒータ製造ステップを有することにより、透明ヒータを製造する。

[0117] 例えば、設計情報D1に基づいて導電性パターンを形成することにより、細線パターンの形状や膜厚を任意に調整することができる。

[0118] 5. 透明ヒータ

本実施形態の設計方法により得られる透明ヒータは、その一例として、電源容量 E_0 の電源に接続する透明ヒータであって、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備え、導電性パターンが、電源容量 E_0 の±30%の範囲の消費電力 E を有するよう構成され、透過率 T が75%以上となるように構成されたものである。さらに、導電性パターンの視認性が低いことが好ましく、線幅が $10\mu\text{m}$ 以下のものが好ましい。

[0119] このように、導電性パターンを、電源容量 E_0 の±30%の範囲の消費電力 E を有するよう構成され、透過率 T が75%以上となるように構成することにより、所望の透明性と発熱能力と放熱能力とを達成しつつ、所望の熱応答性能を達成できるような透明ヒータを得ることができる。

[0120] 特には、電源容量 E_0 の100~130%の範囲の消費電力 E を有するよう構成することにより、放熱能力が向上した透明ヒータを得ることができ、また、電源容量 E_0 の70~100%の範囲の消費電力 E を有するよう構成することにより、放熱能力が向上した透明ヒータを得ることができる。以下、上記構成を満たすことを前提としたうえで、各パラメータの好ましい範囲について詳述する。

[0121] 5. 1. 透明基材

透明基材110の「透明」とは、可視光透過率が、好ましくは80%以上であることをいい、より好ましくは90%以上であることをいい、さらに好ましくは95%以上であることをいう。ここで、可視光透過率は、JIS R 3106:1998に準拠して測定することができる。

[0122] 透明基材110の材料としては、特に限定されないが、例えば、ガラス等の透明無機基材；アクリル酸エステル、メタクリル酸エステル、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリ塩化ビニル、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ナイロン、芳香族ポリアミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、ポリエーテルイミド等の透明有機基材が挙げられる。このなかでも、コストの観点から、ポリエチレンテレフタレートが好ましい。また、耐熱性という観点では、ポリイミドが好ましい。さらに、導電性細線との密着性の観点から、ポリエチレンテレフタレート及びポリエチレンナフタレートが好ましい。

[0123] 透明基材110は、1種の材料からなるものであっても、2種以上の材料が積層されたものであってもよい。また、2種以上の材料が積層されたものである場合、有機基材又は無機基材同士が積層されたものであっても、有機基材及び無機基材が積層されたものであってもよい。

[0124] 透明基材110の膜厚は、好ましくは5~500 μm であり、より好ましくは10~100 μm である。

[0125] 5. 2. ヒータ部

ヒータ部120は、導電性パターン130を有する。図1に示されるように、ヒータ部120を構成する導電性パターン130は、例えば、導電性細線140から構成されるパターンである。導電性パターン130は、電極（不図示）を介して電源150に電氣的に接続されており、電源150が導電性パターンに電流を流すことにより、導電性パターン130が発熱し、透明ヒータ100がヒータ機能を発揮する。

[0126] 5. 2. 1. 導電性パターン

導電性パターン130は、図1に示すような導電性細線140が交差するグリッドパターン（メッシュパターン）であってもよいし、ラインパターンであってもよい。導電性細線140により形成されるグリッドの単位形状は、特に限定されないが、例えば、三角形、四角形、六角形等が挙げられる。また、導電性細線140は、直線に限られず曲線や波線であってもよい。

[0127] 5. 2. 1. 1. ピッチP

導電性パターン130が四角形のグリッドパターンである場合、導電性パターン130のピッチ P_1 、 P_2 は、好ましくは $5\sim 1000\mu\text{m}$ であり、より好ましくは $50\sim 500\mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $100\sim 250\mu\text{m}$ である。導電性パターン130のピッチ P_1 、 P_2 が上記範囲内であることにより、ヒータ部120の透明性、発熱能力、及び放熱能力のバランスがより向上する傾向にある。なお、ピッチ P_1 、 P_2 は、線幅 W_{21} 、 W_{22} と導電性細線140間の距離の和を意味する。

[0128] なお、導電性パターン130が正方形のグリッドパターンである場合には、ピッチ P_1 、 P_2 は同じ値となるが、導電性パターン130が長方形やひし形のグリッドパターンである場合には、交差する2方向の導電性細線140のそれぞれのピッチ P_1 、 P_2 を上記範囲に規定することが好ましい。

[0129] 5. 2. 1. 2. 開口幅 W_2

導電性パターン130が四角形のグリッドパターンである場合、導電性細線140により囲まれる開口部141の開口幅 W_{21} 、 W_{22} は、好ましくは $40\sim 2000\mu\text{m}$ であり、より好ましくは $50\sim 1500\mu\text{m}$ であり、さらに

好ましくは $60 \sim 1000 \mu\text{m}$ である。開口幅 W_{21} , W_{22} が上記範囲内であることにより、ヒータ部120の透明性、発熱能力、及び放熱能力のバランスがより向上する傾向にある。

[0130] なお、導電性パターン130が正方形のグリッドパターンである場合には、開口幅 W_{21} , W_{22} は同じ値となるが、導電性パターン130が長方形やひし形のグリッドパターンである場合には、交差する2方向の導電性細線140のそれぞれの開口幅 W_{21} , W_{22} を上記範囲に規定することが好ましい。

[0131] 5. 2. 1. 3. 開口部面積 S_0 及び開口率OR

導電性パターンは、開口幅 W_{21} , W_{22} やピッチ P_1 , P_2 に代えてあるいは加えて、開口部141の1つあたりの開口部面積 S_0 や開口率ORを用いて表現してもよい。

[0132] 開口部面積 S_0 は、開口幅 W_{21} , W_{22} やピッチ P_1 , P_2 と同様の観点から、好ましくは $1600 \mu\text{m}^2 \sim 4.00 \text{mm}^2$ であり、より好ましくは $2500 \mu\text{m}^2 \sim 2.25 \text{mm}^2$ であり、さらに好ましくは $3600 \mu\text{m}^2 \sim 1.00 \text{mm}^2$ である。なお、導電性パターン130が異なる大きさの開口部141を有する場合には、いずれの開口部も上記範囲を満たすことが好ましい。

[0133] 開口率ORは、開口幅 W_{21} , W_{22} やピッチ P_1 , P_2 と同様の観点から、好ましくは $80 \sim 99.9$ 面積%であり、より好ましくは $85 \sim 99.8$ 面積%であり、さらに好ましくは $90 \sim 99.6$ 面積%であり、よりさらに好ましくは $95 \sim 99.5$ 面積%である。

[0134] 5. 2. 2. 導電性細線

導電性細線140は、金属を含む細線であることが好ましい。金属としては、特に限定されないが、例えば、金、銀、銅、アルミニウムが挙げられる。これらの中でも、銀又は銅が好ましく、銅がより好ましい。

[0135] 5. 2. 2. 1. 線幅 W_1

導電性細線140の線幅 W_{11} , W_{12} は、好ましくは $0.25 \sim 10 \mu\text{m}$ であり、より好ましくは $0.5 \sim 7.5 \mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $1.0 \sim 5.0 \mu\text{m}$ である。導電性細線140の線幅 W_{11} , W_{12} が $10 \mu\text{m}$ 以下である

ことにより、導電性細線140の視認性が低下し、ヒータ部120の透明性がより向上する傾向にある。また、導電性細線140の線幅 W_{11} 、 W_{12} が $0.25\mu\text{m}$ 以上であることにより、発熱能力及び放熱能力がより向上する傾向にある。特に、導電性細線140の線幅 W_{11} 、 W_{12} が上昇するにつれて、発熱能力よりも放熱能力が大きくなる傾向にある。

[0136] 5. 2. 2. 2. 膜厚H

導電性細線140の膜厚Hは、好ましくは $12.5\sim 10000\text{nm}$ であり、より好ましくは $40\sim 6750\text{nm}$ あり、さらに好ましくは $100\sim 4000\text{nm}$ である。導電性細線140の膜厚Hが 1000nm 以下であることにより、広い視野角において視認性が低下する傾向にある。また、導電性細線140の膜厚Hが 10nm 以上であることにより、発熱能力及び放熱能力がより向上する傾向にある。特に、導電性細線140の膜厚Hが上昇するにつれて、発熱能力よりも放熱能力が大きくなる傾向にある。

[0137] 5. 2. 2. 3. アスペクト比

導電性細線140の線幅 W_1 に対する膜厚Hで表されるアスペクト比 (H/W_1) は、好ましくは $0.05\sim 1.00$ であり、より好ましくは $0.08\sim 0.90$ であり、さらに好ましくは $0.10\sim 0.80$ である。導電性細線140のアスペクト比が上記範囲内であることにより、ヒータ部120の透明性、発熱能力、及び放熱能力のバランスがより向上する傾向にある。

[0138] 5. 3. 透過率T

ヒータ部120の透過率Tは、好ましくは $75\sim 99.9\%$ であり、より好ましくは $80\sim 99.8\%$ であり、さらに好ましくは $85\sim 99.6\%$ であり、よりさらに好ましくは $90\sim 99.5\%$ である。本実施形態において透過率とは可視光の透過率を意味し、JIS K 7361-1:1997の全光線透過率に準拠して、その可視光 ($360\sim 830\text{nm}$) の範囲の透過率を算出することで測定することができる。

[0139] ヒータ部120の透過率Tは、導電性パターン130の線幅を小さくしたり、開口率を向上させたりすることにより、より向上する傾向にある。

[0140] 5. 4. シート抵抗率 R_s

導電性パターン130のシート抵抗率 R_s は、好ましくは0.1~1000 Ω/sq であり、より好ましくは0.1~500 Ω/sq であり、さらに好ましくは0.1~300 Ω/sq であり、よりさらに好ましくは0.1~200 Ω/sq であり、さらにより好ましくは0.1~100 Ω/sq であり、さらにより好ましくは0.1~20 Ω/sq であり、さらにより好ましくは0.1~10 Ω/sq である。シート抵抗率 R_s が上記範囲内であることにより、ヒータ部120発熱能力及び放熱能力のバランスがより向上する傾向にある。

[0141] シート抵抗率の測定方法では、まず、ヒータ部120から導電性パターン130が全面に配された部分を矩形状に切り出して、測定サンプルを得る。得られた測定サンプルからJIS K 7194:1994に準拠した四端子法によりシート抵抗率 R_s (Ω/sq) を測定することができる。シート抵抗率の測定に用いられる抵抗率計としては、例えば、「ロレスターGP」(製品名、三菱化学株式会社製)が挙げられる。

[0142] シート抵抗率 R_s は、導電性細線の同一の占有面積率でも、アスペクト比(膜厚)の増加にともない、低下する傾向にある。また、導電性細線を構成する金属材料種を選択によっても調整することが可能である。

実施例

[0143] 以下、本発明を実施例及び比較例を用いてより具体的に説明する。本発明は、以下の実施例によって何ら限定されるものではない。

[0144] 図6~7に例示されるような試算グラフデータを構築し、図10に示す設計方法のステップを処理可能なプログラムを作成し、パーソナルコンピュータにインストールした。

[0145] そして、下記前提条件を設定し、導電性パターンとして正方形のグリッドパターンを有するA4サイズ(297mm×210mm)の透明ヒータについて、設計を行った。

[0146] [前提条件]

透明基材：ポリエチレンテレフタレートフィルム

単位長さ：1 mm (1 mm 四方)

厚さ：50 μ m

密度：1380 kg/m³

比熱：115 J/(kg · K)

熱伝導率：0.33 W/(m · K)

[0147] 導電性細線：銅

単位長さ：1 mm (1 mm 四方)

アスペクト比：0.15 μ m

密度：8880 kg/m³

比熱：386 J/(kg · K)

熱伝導率：398 W/(m · K)

比抵抗：4.5 $\mu\Omega \cdot \text{cm}$

[0148] 電源：

電源電圧：5 V

電源容量：5 W

[0149] 加熱テスト条件

スタート温度：20 °C

到達温度：60 °C

[0150] [参考例]

初めに、正解データを得るために、参考例として下記表1に示す線幅とピッチの情報を与え、開口率ROと透過率Tの算出と、試算グラフデータに基づくシート抵抗率と、抵抗で消費される電力Eを出力し、電源容量E₀と電力Eからヒータ発熱能力を求めた。その結果を表1に示す。

[0151]

[表1]

	線幅	ピッチ	開口率	透過率	シート抵抗	A4抵抗値	抵抗で消費される電力	ヒーター発熱能力
	w[um]	P[um]	X	T.T	[Ω/\square]	[Ω]	[W]	[W]
例1	1.00	60	0.97	0.89	18.00	25.46	0.98	0.98
例2	2.00	60	0.93	0.86	4.50	6.36	3.93	3.93
例3	3.00	60	0.90	0.83	2.00	2.83	8.84	5.00
例4	5.00	150	0.93	0.86	1.80	2.55	9.82	5.00
例5	3.00	80	0.93	0.85	2.67	3.77	6.63	5.00
例6	8.00	100	0.85	0.78	0.47	0.66	37.71	5.00
例7	1.00	99.5	0.98	0.90	29.85	42.22	0.59	0.59
例8	0.25	6	0.92	0.84	28.80	40.73	0.61	0.61
例9	3.00	60	0.90	0.83	2.00	2.83	8.84	5.00
例10	3.00	100	0.94	0.87	3.33	4.71	5.30	5.00
例11	5.00	100	0.90	0.83	1.20	1.70	14.73	5.00
例12	2.00	25	0.85	0.78	1.88	2.65	9.43	5.00
例13	4.00	100	0.92	0.85	1.88	2.65	9.43	5.00
例14	3.00	25	0.77	0.71	0.83	1.18	21.21	5.00
例15	3.00	250	0.98	0.90	8.33	11.79	2.12	2.12
例16	5.00	25	0.64	0.59	0.30	0.42	58.92	5.00
例17	3.00	50	0.88	0.81	1.67	2.36	10.61	5.00

[0152] 次いで、A4サイズ（297mm×210mm）の透明ヒータを構成したとした場合の、透明ヒータの熱容量と昇温に必要な熱量を求め、ヒータ発熱能力から、昇温時間を求めた結果を表2に示す。

[0153] [表2]

	熱容量	昇温に必要な熱量	ヒーター発熱能力	昇温時間
	[J/K]	[J]	[W]	[s]
例1	0.50	19.84	0.98	20.20
例2	0.50	19.97	3.93	5.08
例3	0.50	20.18	5.00	4.04
例4	0.51	20.22	5.00	4.04
例5	0.50	20.08	5.00	4.02
例6	0.54	21.44	5.00	4.29
例7	0.50	19.82	0.59	33.47
例8	0.50	19.82	0.61	32.30
例9	0.50	20.18	5.00	4.04
例10	0.50	20.03	5.00	4.01
例11	0.51	20.44	5.00	4.09
例12	0.51	20.21	5.00	4.04
例13	0.51	20.21	5.00	4.04
例14	0.52	20.72	5.00	4.14
例15	0.50	19.89	2.12	9.38
例16	0.56	22.36	5.00	4.47
例17	0.51	20.26	5.00	4.05

[0154] [実施例]

次いで、上記参考例で得られたデータを見ずに、所望の熱応答性（昇温時間）と透過率Tから、線幅とピッチの特定を、図10に示す設計方法のステ

ップを処理可能なプログラムを用いて実行した。

[0155] 初めに、昇温時間4.5秒以下の熱応答性と、透過率85%以上の透明性を有する透明ヒータを設計することを目的として設計処理を行った。その結果、例4, 5, 10, 13を含む太さとパターン形状の組み合わせG33を特定することができた。

産業上の利用可能性

[0156] 本発明の透明ヒータは、透明性を有する対象に貼り付けるヒータ、あるいは、非貼り付け対象の意匠性を損なわないヒータとして、産業上の利用可能性を有する。

符号の説明

[0157] 100…透明ヒータ、110…透明基材、120…ヒータ部、130…導電性パターン、140…導電性細線、141…開口部、150…電源、300…情報処理装置、310…プロセッサ、320…通信インターフェース、330…入出力インターフェース、340…メモリ、341…オペレーティングシステム、342…ネットワーク通信部、343…設計処理部、344…表示制御部、350…ストレージ、360…通信バス、

請求の範囲

- [請求項1] 情報処理装置による、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法であって、
- 前記情報処理装置が、
- 前記透明ヒータの目的とする透過率 T 及び発熱能力 C に基づいて、前記導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状 PAT に関する情報を含む設計情報 DI を算出する設計ステップを含む、
- 透明ヒータの設計方法。
- [請求項2] 前記透過率 T 及び発熱能力 C を受け付けるステップをさらに含む、
- 請求項1に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項3] 前記設計情報 DI が、前記透明ヒータに接続する電源容量 E_0 に関する情報をさらに含む、
- 請求項1又は2に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項4] 前記設計情報 DI が、前記透明ヒータの熱応答性に関する情報をさらに含む、
- 請求項1～3いずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項5] 前記設計情報 DI を算出する前記設計ステップは、
- 前記透明ヒータの目的とする熱応答性にさらに基づいて、前記設計情報 DI を算出する、
- 請求項1～4いずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項6] 前記熱応答性を受け付けるステップをさらに含む、
- 請求項5に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項7] 前記設計情報 DI を算出する前記設計ステップは、
- 前記透過率 T に基づいて、太さとパターン形状の組み合わせ $G11$ を特定するステップ $A1$ と、
- 前記組み合わせ $G11$ の中から、前記発熱能力 C に基づいて、太さ

とパターン形状の組み合わせG 1 2を特定するステップB 1と、

前記組み合わせG 1 2の中から、前記透明ヒータに要求される前記熱応答性を満たすような、前記太さとパターン形状の組み合わせG 1 3を特定するステップC 1と、を含む、

請求項5に記載の透明ヒータの設計方法。

[請求項8]

前記設計情報D 1を算出する前記設計ステップは、

前記発熱能力Cに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 2 1を特定するステップA 2と、

前記組み合わせG 2 1の中から、前記透過率Tに基づいて、太さとパターン形状の組み合わせG 2 2を特定するステップB 2と、

前記組み合わせG 2 2の中から、前記透明ヒータに要求される前記熱応答性を満たすような、前記太さとパターン形状の組み合わせG 2 3を特定するステップC 2と、を含む、

請求項5に記載の透明ヒータの設計方法。

[請求項9]

前記組み合わせG 1 3又はG 2 3が存在しない場合には、前記透過率Tを変更し、前記ステップA 1乃至C 1又はA 2乃至C 2を実行する、

請求項7又は8に記載の透明ヒータの設計方法。

[請求項10]

前記組み合わせG 1 3又はG 2 3が存在しない場合には、前記発熱能力Cを変更し、前記ステップA 1乃至C 1又はA 2乃至C 2を実行する、

請求項7又は8に記載の透明ヒータの設計方法。

[請求項11]

前記組み合わせG 1 3又はG 2 3が存在しない場合には、前記熱応答性を変更し、前記ステップA 1乃至C 1又はA 2乃至C 2を実行する、

請求項7又は8に記載の透明ヒータの設計方法。

[請求項12]

前記導電性細線の線幅 W_1 が $10\ \mu\text{m}$ 以下である、

請求項1～11のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。

- [請求項13] 前記設計情報D I を表示装置に表示制御ステップをさらに含む、請求項1～12のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項14] 前記表示制御ステップにおいて、前記設計情報D I に加え、目的とする前記透過率T及び前記発熱能力Cと隣接する透過率T'及び発熱能力C'に基づいて算出した隣接設計情報D I'を前記表示装置に表示制御する、請求項13に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項15] 前記設計情報D I を、マスク製造装置、版製造装置又は導電性パターン形成装置に送信するステップをさらに含む、請求項1～14のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法。
- [請求項16] 情報処理装置に、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法を実行させるプログラムであって、前記情報処理装置に、前記透明ヒータの目的とする透過率T及び発熱能力Cに基づいて、前記導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状PATに関する情報を含む設計情報D I を算出する設計ステップを、実行させる、プログラム。
- [請求項17] 透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備える透明ヒータの設計方法を実行する情報処理装置であって、前記透明ヒータの目的とする透過率T及び発熱能力Cに基づいて、前記導電性パターンを構成する導電性細線の太さに関する情報、及び、前記導電性パターンのパターン形状PATに関する情報を含む設計情報D I を算出する設計ステップを実行する設計処理部を有する、情報処理装置。
- [請求項18] マスク製造装置が、請求項1～15のいずれか一項に記載の透明ヒ

ータの設計方法により得られた設計情報D Iに基づいて、マスクを製造するステップをさらに含む、

マスクの製造方法。

[請求項19]

版製造装置が、請求項1～15のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D Iに基づいて、版を製造するステップをさらに含む、

版の製造方法。

[請求項20]

導電性パターン形成装置が、請求項1～15のいずれか一項に記載の透明ヒータの設計方法により得られた設計情報D Iに基づいて、導電性パターンを形成し、透明ヒータを製造するステップをさらに含む、

透明ヒータの製造方法。

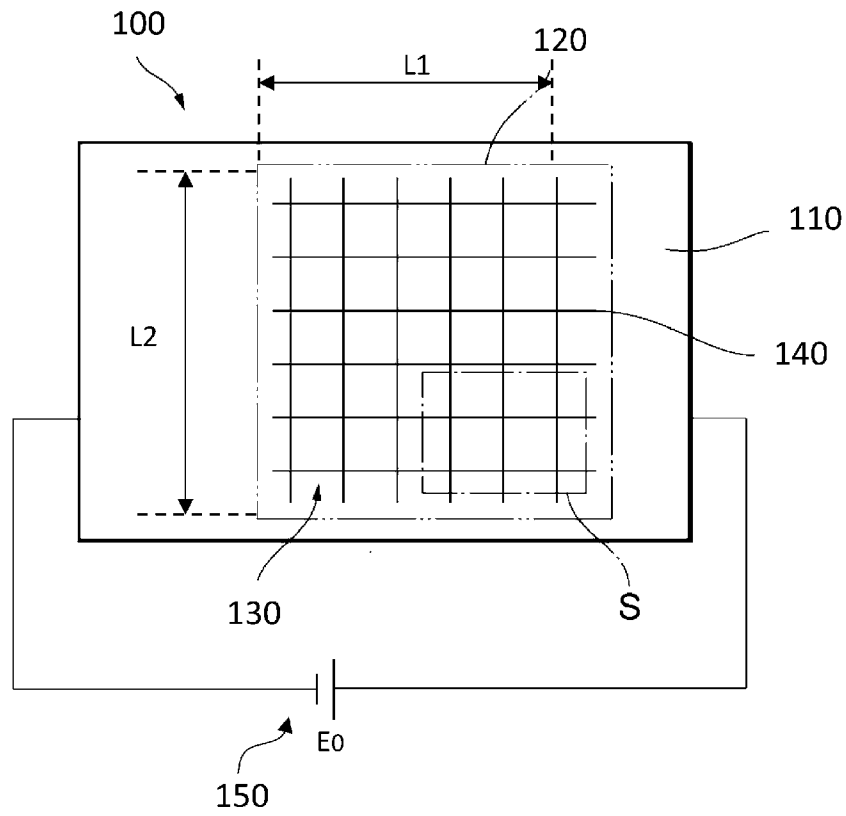
[請求項21]

電源容量 E_0 の電源に接続する透明ヒータであって、透明基材と、該透明基材の表面又は内部に形成された導電性パターンを有するヒータ部と、を備え、

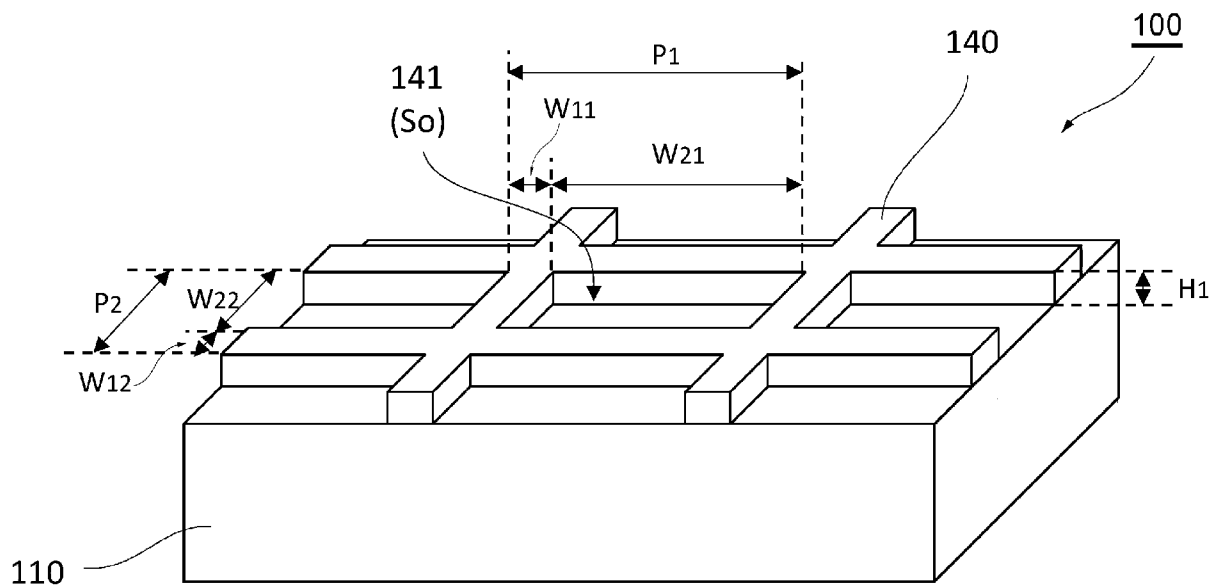
前記導電性パターンが、電源容量 E_0 の±30%の範囲の消費電力を有するよう構成され、透過率Tが75%以上となるように構成された、

透明ヒータ。

[図1]

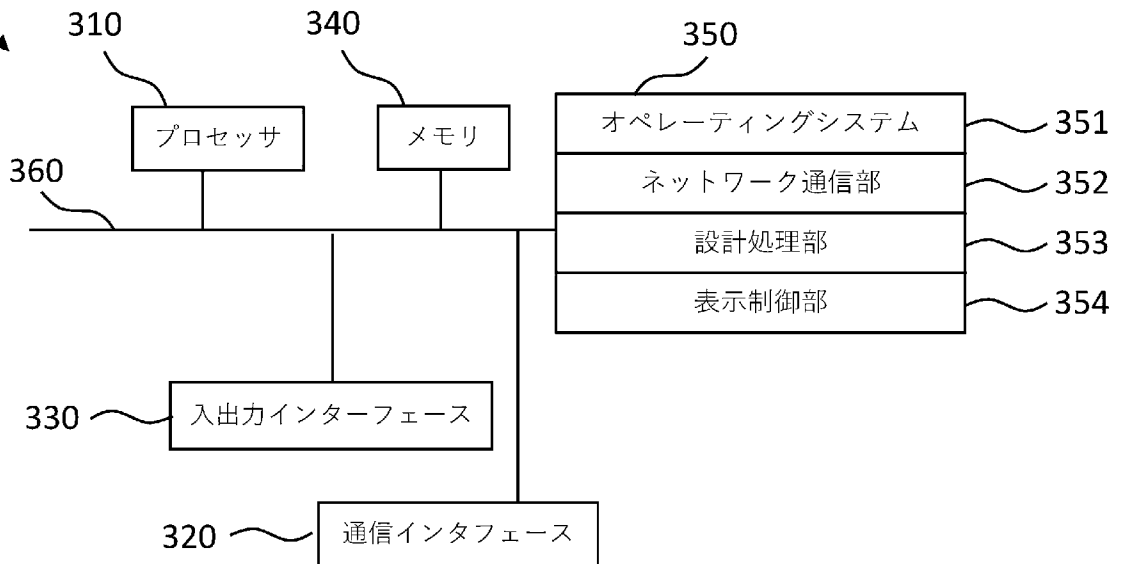


[図2]

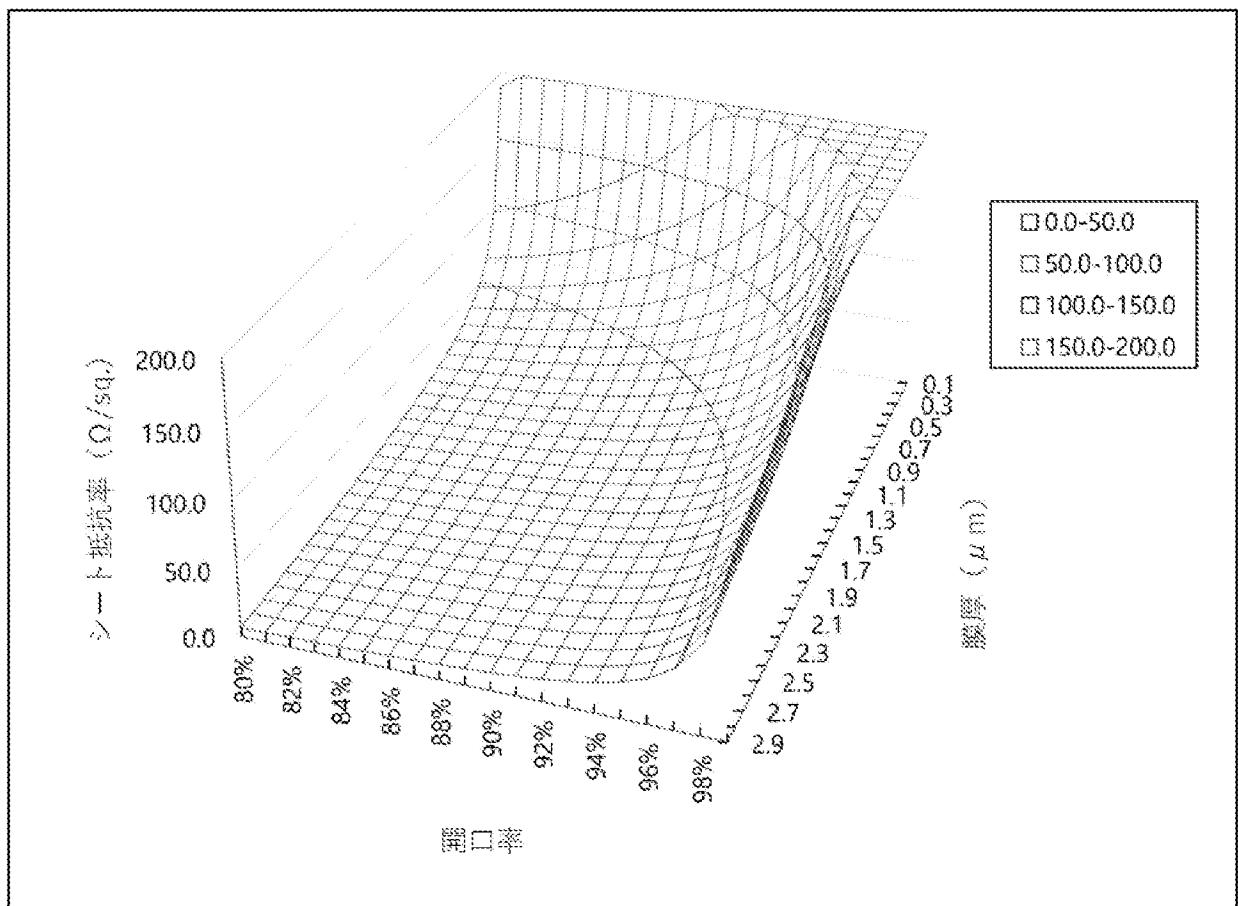


[図3]

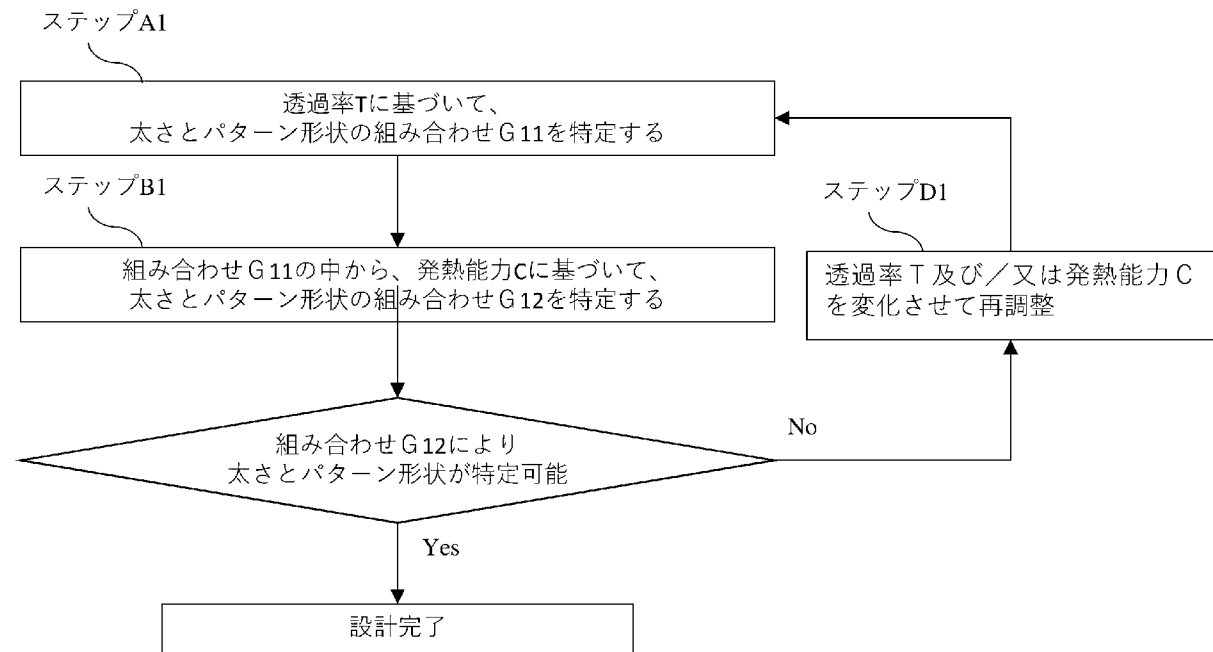
300



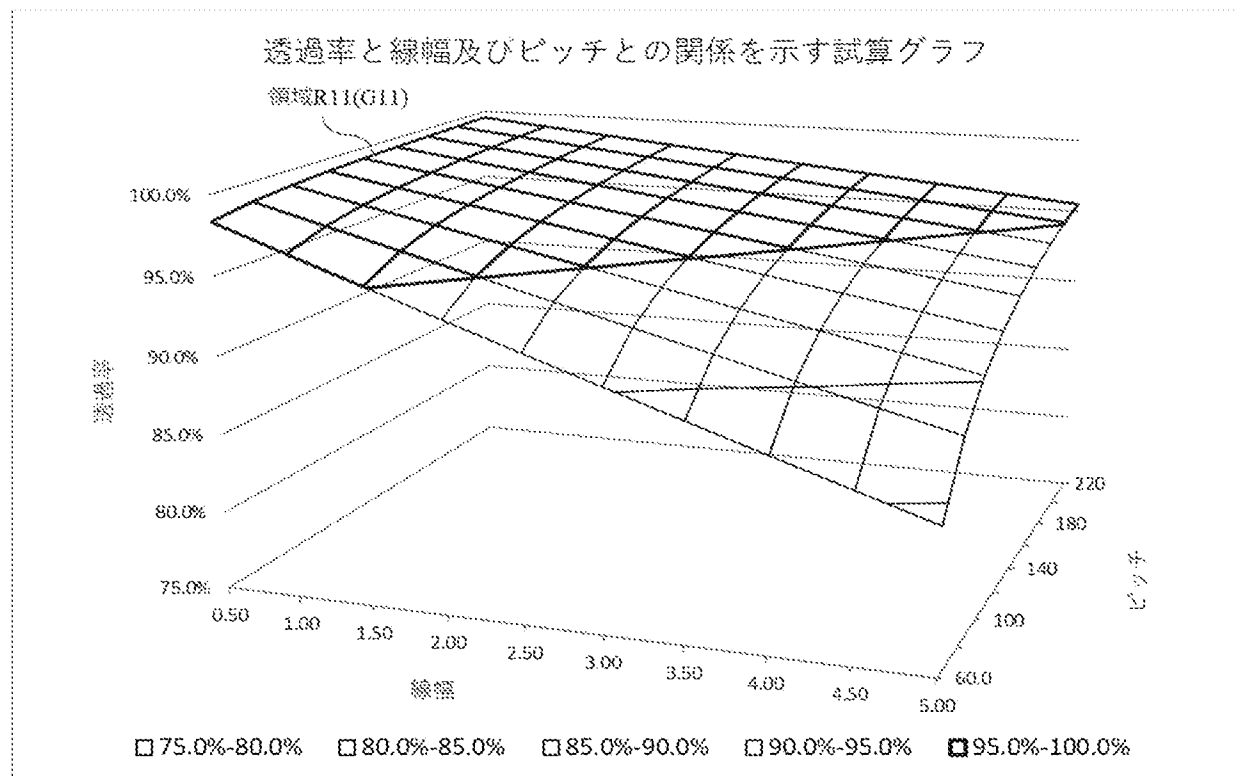
[図4]



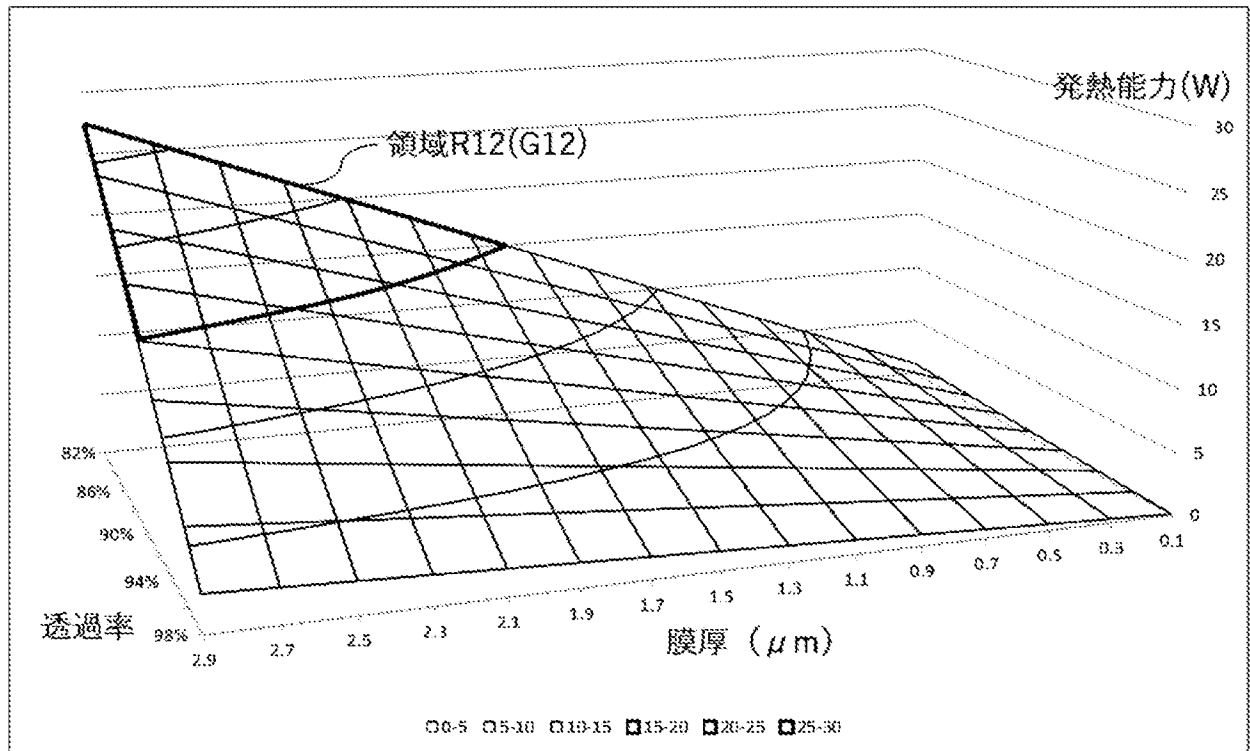
[図5]



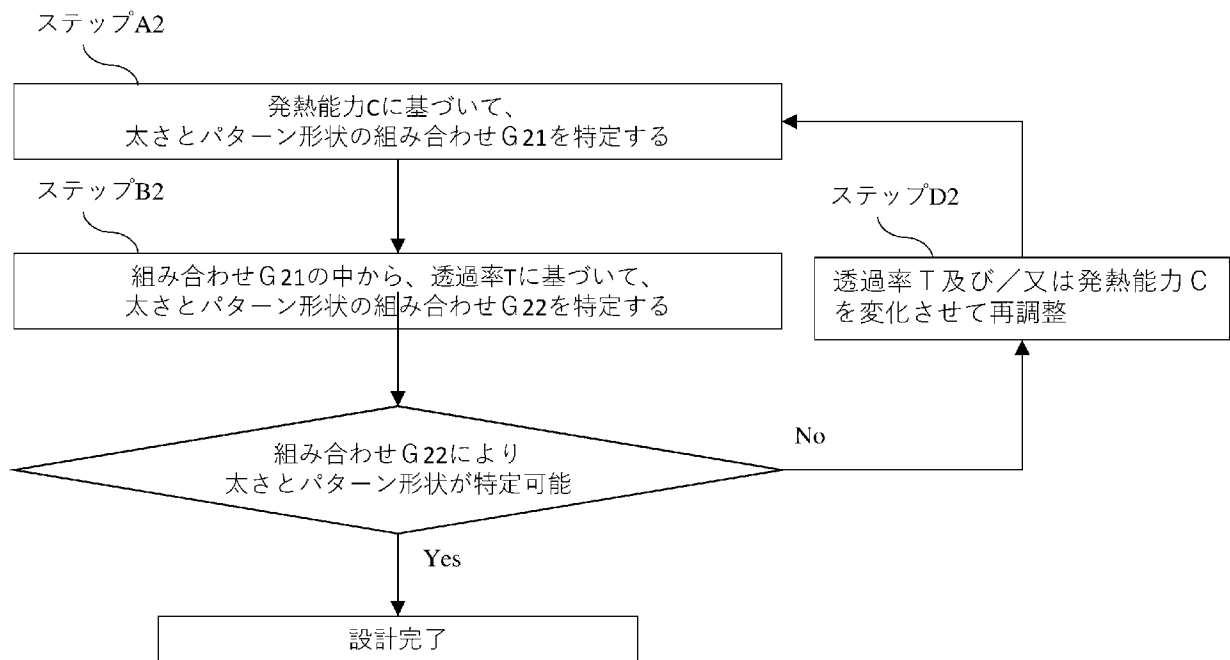
[図6]



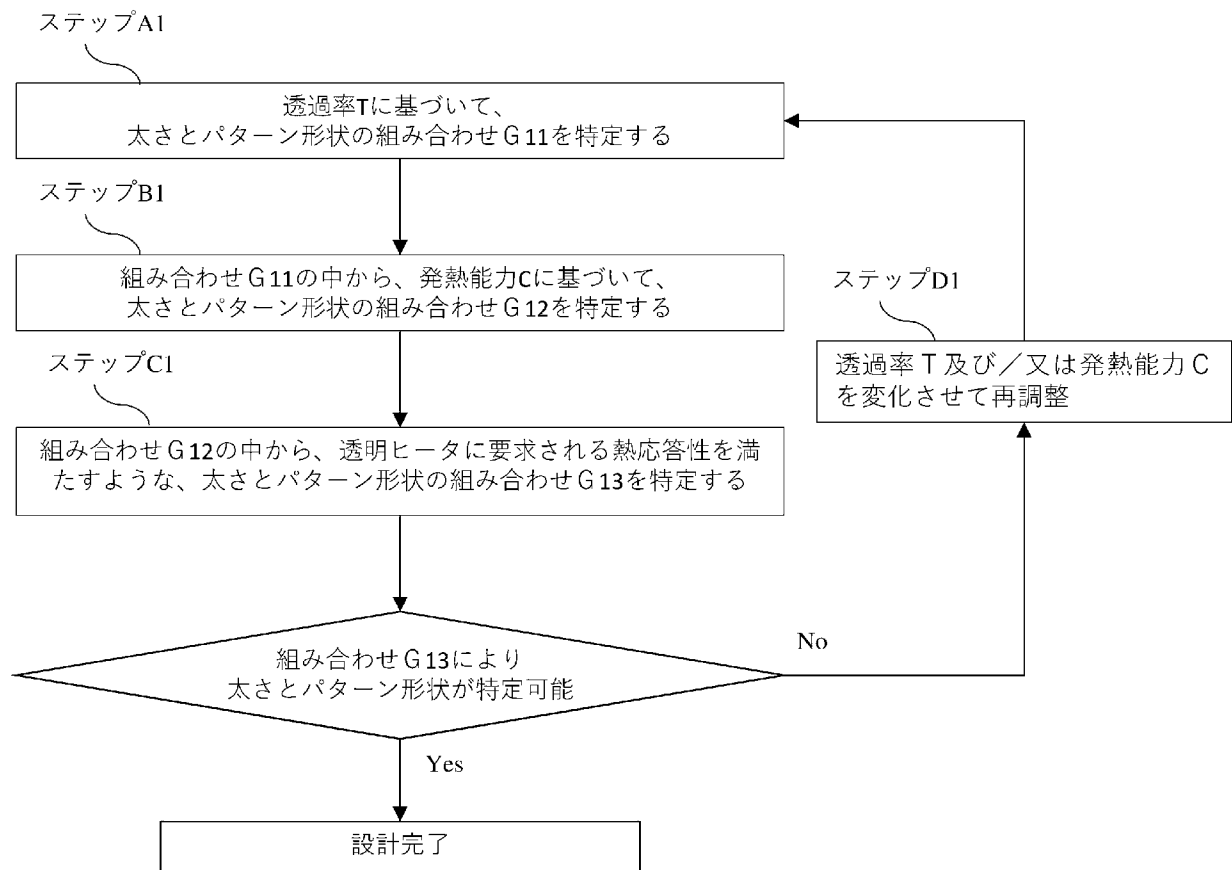
[図7]



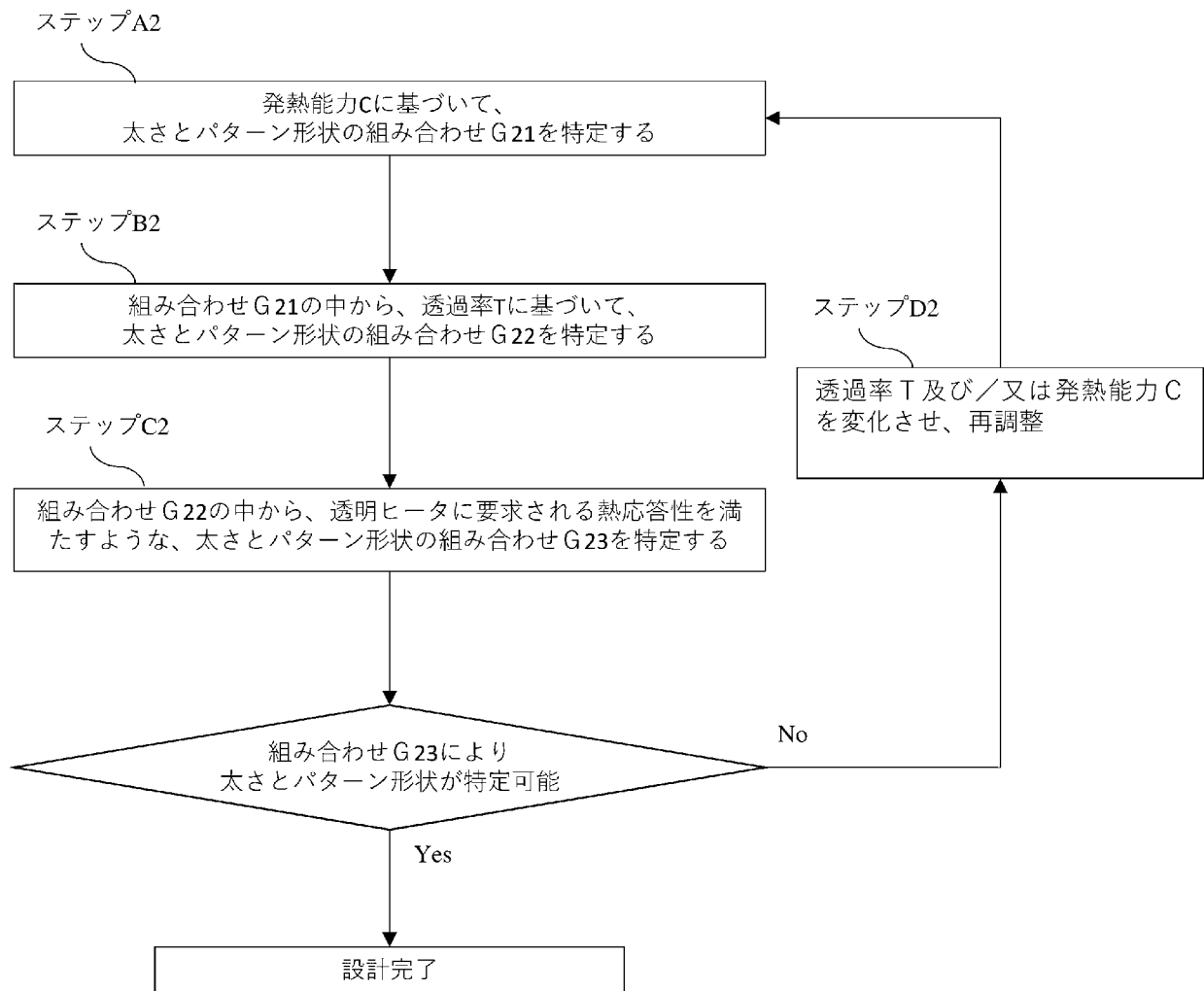
[図8]



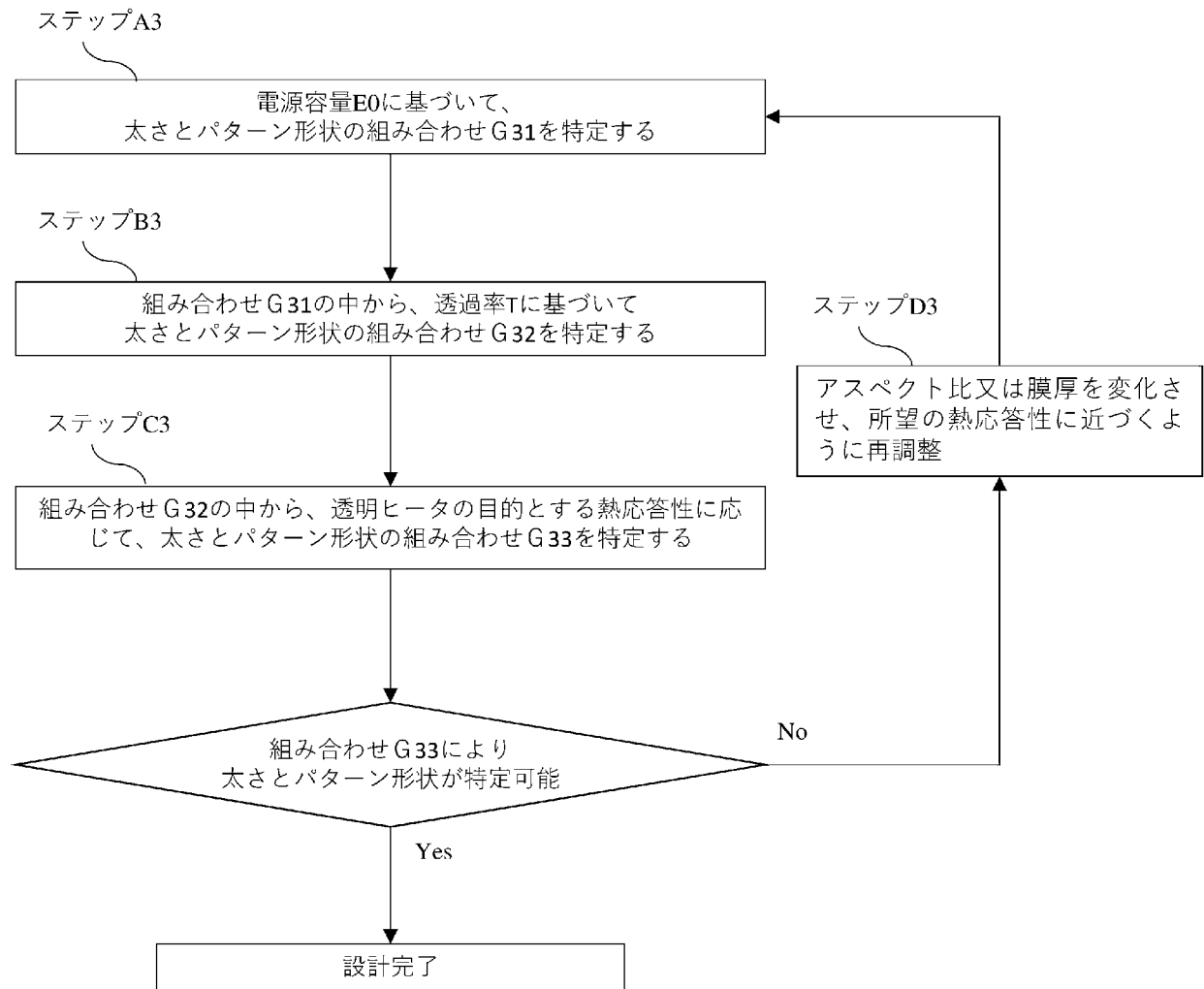
[図9]



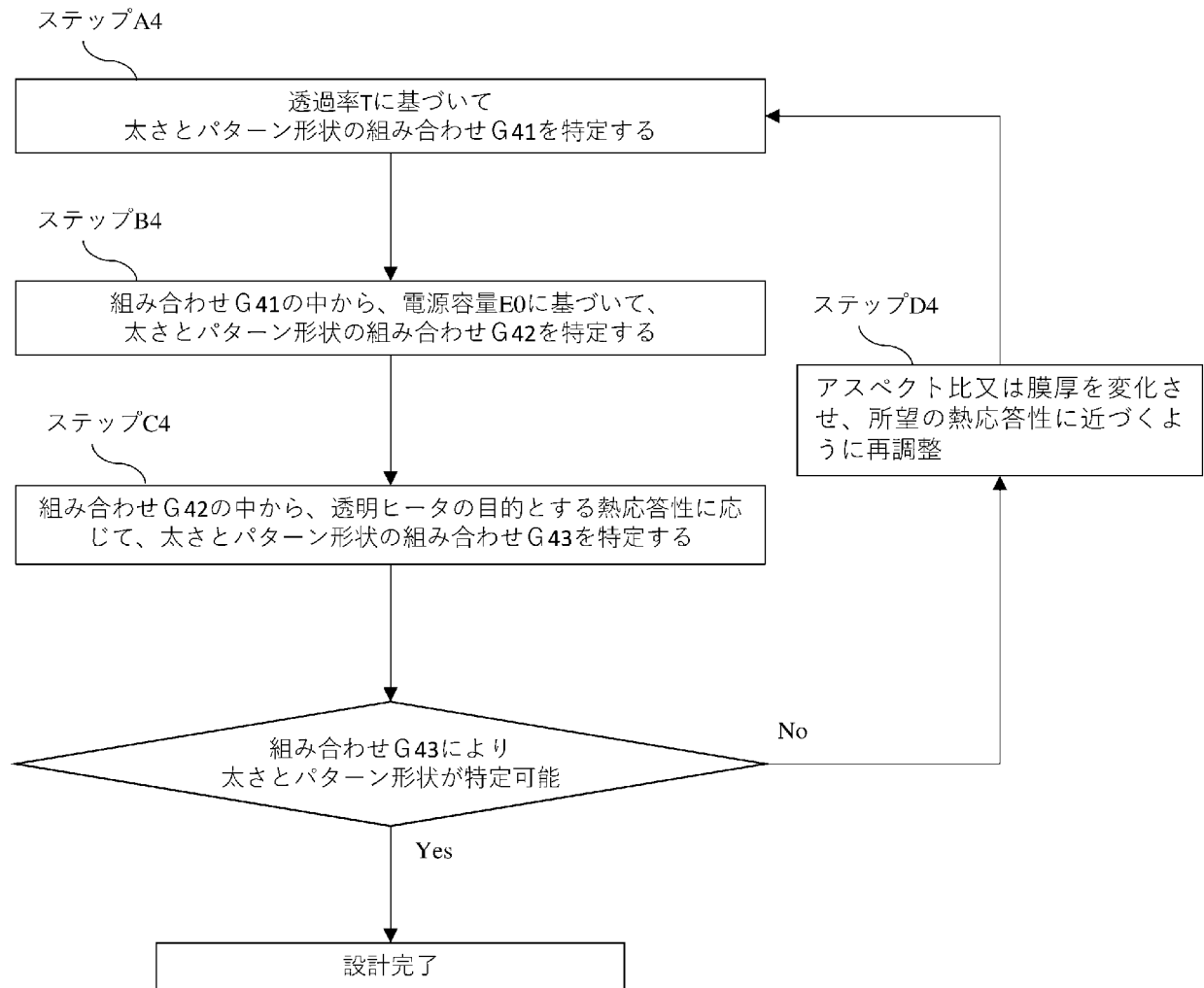
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/031693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H05B 3/20</i> (2006.01)i; <i>H05B 3/84</i> (2006.01)i FI: H05B3/84; H05B3/20 337		
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) H05B3/20; H05B3/84		
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 1971-2021 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021		
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.
Y	JP 2010-251230 A (FUJIFILM CORP.) 04 November 2010 (2010-11-04) paragraphs [0036], [0053], [0072]-[0084], fig. 1	1-6, 12-21
A		7-11
Y	JP 2014-218103 A (RENIAS KK) 20 November 2014 (2014-11-20) paragraphs [0016]-[0017]	1-6, 12-21
Y	JP 2017-212047 A (DAINIPPON PRINTING CO., LTD.) 30 November 2017 (2017-11-30) paragraph [0008]	3-6, 12-15, 18-21
Y	JP 2008-123784 A (KITAGAWA INDUSTRIES CO., LTD.) 29 May 2008 (2008-05-29) paragraph [0007]	3-6, 12-15, 18-21
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 27 September 2021		Date of mailing of the international search report 05 October 2021
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/031693

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2010-251230	A	04 November 2010	(Family: none)
JP 2014-218103	A	20 November 2014	(Family: none)
JP 2017-212047	A	30 November 2017	(Family: none)
JP 2008-123784	A	29 May 2008	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 3/20(2006.01)i; H05B 3/84(2006.01)i FI: H05B3/84; H05B3/20 337		
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）） H05B3/20; H05B3/84 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 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021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
Y A	JP 2010-251230 A (富士フイルム株式会社) 04.11.2010 (2010 - 11 - 04) 段落[0036], [0053], [0072]-[0084], 図1	1-6, 12-21 7-11
Y	JP 2014-218103 A (株式会社レニアス) 20.11.2014 (2014 - 11 - 20) 段落[0016]-[0017]	1-6, 12-21
Y	JP 2017-212047 A (大日本印刷株式会社) 30.11.2017 (2017 - 11 - 30) 段落[0008]	3-6, 12-15, 18-21
Y	JP 2008-123784 A (北川工業株式会社) 29.05.2008 (2008 - 05 - 29) 段落[0007]	3-6, 12-15, 18-21
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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 27.09.2021	国際調査報告の発送日 05.10.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 土屋 正志 3R 3739 電話番号 03-3581-1101 内線 3372	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/031693

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2010-251230 A	04.11.2010	(ファミリーなし)	
JP 2014-218103 A	20.11.2014	(ファミリーなし)	
JP 2017-212047 A	30.11.2017	(ファミリーなし)	
JP 2008-123784 A	29.05.2008	(ファミリーなし)	