

(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
2025年1月2日(02.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/004536 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 30/398 (2020.01) G06F 119/10 (2020.01)

神奈川県厚木市旭町四丁目14番
1号 Kanagawa (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/016983

(72) 発明者: 多湖 敏司(TAGO, Satoshi); 〒2430014
神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号
ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(22) 国際出願日: 2024年5月7日(07.05.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(74) 代理人: 丸島 敏一(MARUSHIMA, Toshikazu);
〒1600022 東京都新宿区新宿3-3-2 京
王新宿三丁目第二ビル 5F クラフト
国際特許事務所 Tokyo (JP).

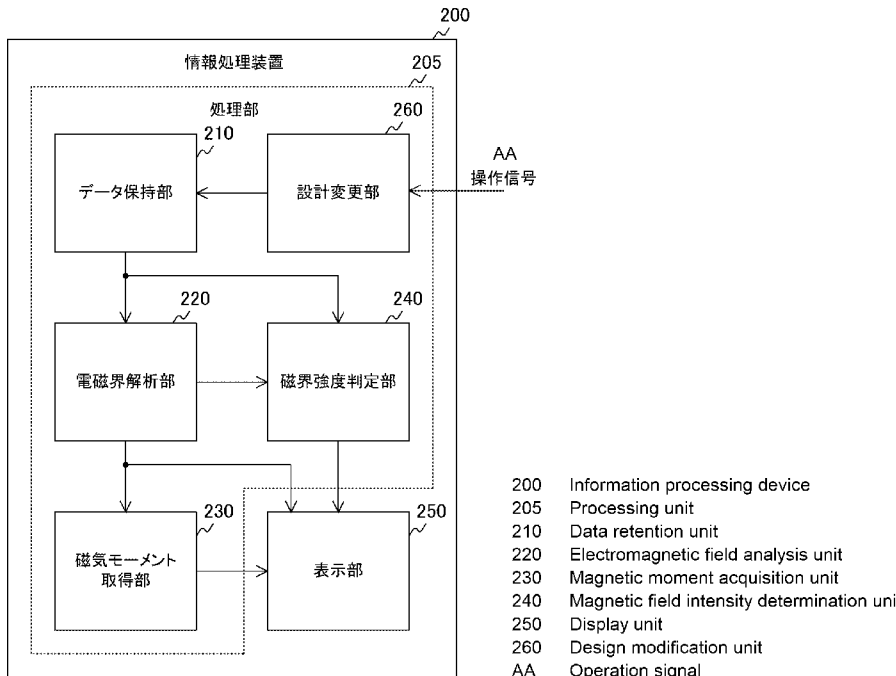
(30) 優先権データ:
特願 2023-104421 2023年6月26日(26.06.2023) JP

(71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューシ
ョンズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SO-
LUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, DESIGN METHOD, PROGRAM, AND SEMICONDUCTOR DEVICE

(54) 発明の名称: 情報処理装置、設計方法、プログラム、および、半導体装置



200 Information processing device
205 Processing unit
210 Data retention unit
220 Electromagnetic field analysis unit
230 Magnetic moment acquisition unit
240 Magnetic field intensity determination unit
250 Display unit
260 Design modification unit
AA Operation signal

(57) Abstract: The present invention reduces noise in a semiconductor device with conductor layers. An information processing device is provided with a processing unit. In this information processing device, the processing unit performs processing to obtain a first magnetic moment and a second magnetic moment. Out of these first and second magnetic moments, the first magnetic moment is the magnetic moment within a first magnetic field formed by a first conductor layer. The second magnetic moment is the magnetic moment within a second magnetic field formed by a second conductor layer.

EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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: 導体層を有する半導体装置において、ノイズを低減する。情報処理装置は、処理部を具備する。この情報処理装置において、処理部は、第1の磁気モーメントと第2の磁気モーメントとを求める処理を行う。これらの第1の磁気モーメントと第2の磁気モーメントとのうち第1の磁気モーメントは、第1の導体層が形成する第1の磁界内の磁気モーメントである。また、第2の磁気モーメントは、第2の導体層が形成する第2の磁界内の磁気モーメントである。

明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、設計方法、プログラム、および、半導体装置

技術分野

[0001] 本技術は、情報処理装置に関する。詳しくは、半導体装置を設計するための情報処理装置、設計方法、プログラム、および、半導体装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体装置において、高密度実装や消費電流の増大に起因して、電磁放射によるノイズが大きくなり、そのノイズ低減が要求されることが多い。この要求に応じて、格子点と、その格子点からずらした位置とのそれぞれに電極パッドを配置した回路が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。この配置により、格子点のみに電極パッドを配置する場合と比較して、パッド間の間隔が短くなる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-82393号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述の従来技術では、パッド間の間隔を短くすることにより、電極パッドを介して流れるループ電流の経路の面積を小さくすることによってノイズの低減を図っている。しかしながら、上述の従来技術では、電源を供給する端子（パッドなど）が2つ以上の多ピン構造の場合には、一部のループ電流の面積が想定より大きくなってしまふことがあり、ノイズを十分に低減することができないおそれがある。

[0005] 本技術はこのような状況に鑑みて生み出されたものであり、導体層を有する半導体装置において、ノイズを低減することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本技術は、上述の問題点を解消するためになされたものであり、その第1の側面は、第1の導体層が形成する第1の磁界内の第1の磁気モーメントと上記第1の導体層に積層される第2の導体層が形成する第2の磁界内の第2の磁気モーメントとを求める処理を行う処理部を具備する情報処理装置、および、当該情報処理装置による設計方法、並びに、当該方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。これにより、ノイズの低減された半導体装置が設計されるという作用をもたらす。
- [0007] また、この第1の側面において、上記処理部は、上記第1および第2の導体層のそれぞれの設計データから上記第1および第2の磁界の分布を求める電磁界解析部と、上記第1および第2の磁界の分布に基づいて上記第1および第2の磁気モーメントを求める磁気モーメント取得部とを備えてもよい。これにより、設計が効率的に行われるという作用をもたらす。
- [0008] また、この第1の側面において、上記処理部は、上記設計データを変更する設計変更部をさらに備えてもよい。これにより、ノイズが低減するように設計データが変更されるという作用をもたらす。
- [0009] また、この第1の側面において、上記処理部は、上記第1および第2の磁界を合成した磁界の磁界強度と所定の最小値との差が許容値未満か否かを判定する磁界強度判定部をさらに備えてもよい。これにより、磁界によるノイズが最小になるという作用をもたらす。
- [0010] また、この第1の側面において、上記電磁界解析部は、上記第1および第2の導体層のうち解析対象に該当しない方の導体層をシールドした場合の上記解析対象の磁界分布を求めてもよい。これにより、解析対象の磁界分布のみが導出されるという作用をもたらす。
- [0011] また、この第1の側面において、上記電磁界解析部は、上記第1および第2の導体層のうち解析対象に該当しない方の導体層の端子に所定の励振源を接続した場合の上記解析対象の磁界分布を求めてもよい。これにより、解析対象の磁界分布のみが導出されるという作用をもたらす。

[0012] また、この第1の側面において、上記磁気モーメント取得部は、第2の導体層に積層される第3の導体層が形成する第3の磁気モーメントと上記第1、第2および第3の磁気モーメントのうち2つを合成した磁気モーメントとをさらに求めてもよい。これにより、3層の場合に効率的に設計が行われるという作用をもたらす。

[0013] また、この第1の側面において、上記処理部は、上記第1および第2の磁気モーメントのそれぞれを表示部に表示させてもよい。これにより、ユーザによる設計変更が容易になるという作用をもたらす。

[0014] また、本技術の第2の側面は、第1の磁気モーメントを有する第1の磁界を形成する第1の導体層と、上記第1の導体層に積層され、上記第1の磁気モーメントとの間で打ち消しあう第2の磁気モーメントを有する第2の磁界を形成する第2の導体層とを具備する半導体装置である。これにより、磁界によるノイズが低減するという作用をもたらす。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本技術の第1の実施の形態における半導体装置の断面図、および、磁気モーメントの一例を示す図である。

[図2]本技術の第1の実施の形態における磁気モーメントの一例を示す図である。

[図3]本技術の第1の実施の形態における情報処理装置の一構成例を示すブロック図である。

[図4]本技術の第1の実施の形態における磁界分布の解析方法を説明するための図である。

[図5]本技術の第1の実施の形態における設計変更前の磁界分布および磁気モーメントの一例を示す図である。

[図6]本技術の第1の実施の形態における設計変更後の磁界分布および磁気モーメントの一例を示す図である。

[図7]本技術の第1の実施の形態における設計変更前後のボール配置および磁気モーメントの一例を示す図である。

[図8]本技術の第1の実施の形態における磁界強度の最小値を求める方法を説明するための図である。

[図9]本技術の第1の実施の形態における情報処理装置の動作の一例を示すフローチャートである。

[図10]本技術の第1の実施の形態における各層の磁界分布の表示画面の一例である。

[図11]本技術の第1の実施の形態における磁気モーメントの表示画面の一例である。

[図12]本技術の第1の実施の形態における合成後の磁界分布の表示画面の一例である。

[図13]本技術の第1の実施の形態の変形例における磁界分布の解析方法を説明するための図である。

[図14]本技術の第2の実施の形態における合成前後の磁気モーメン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、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態と称する）について説明する。説明は以下の順序により行う。

1. 第1の実施の形態（2層のそれぞれの磁気モーメントを求める例）
2. 第2の実施の形態（3層のそれぞれの磁気モーメントを求める例）

[0017] <1. 第1の実施の形態>

[半導体装置の構成例]

図1は、本技術の第1の実施の形態における半導体装置100の断面図、および、磁気モーメントの一例を示す図である。同図におけるaは、半導体装置100の断面図の一例を示す。同図におけるbは、磁気モーメントおよびループ電流の斜視図を示す。同図におけるcは、側面から見た際の磁気モーメントおよびループ電流を示す。

[0018] 同図におけるaに例示するように、半導体装置100は、ダイ113、インターポーザ123および実装基板140を備える。ダイ113は、様々な

回路が形成されたチップであり、ワイヤ１１１や１１２などの複数のワイヤによりインターポーザ１２３に電氣的に接続される。ダイ１１３が接続された面をインターポーザ１２３の「表面」とする。

[0019] インターポーザ１２３は、ダイ１１３と実装基板１４０とを電氣的に接続するものである。このインターポーザ１２３内には、信号線１２１、電源線（不図示）およびグランド線１２２などの配線やビアが形成されている。また、インターポーザ１２３の裏面には、溶ダーボール１３１や１３２などの複数の溶ダーボールが配列され、これらの溶ダーボールによりインターポーザ１２３は実装基板１４０に実装される。

[0020] ダイ１１３、インターポーザ１２３および実装基板１４０からなる部品は、半導体チップや半導体パッケージと呼ばれる。同図は、半導体装置１００内に配置される各種の部品のうち、所定の半導体チップ（または半導体パッケージ）を示す。

[0021] 例えば、実装基板１４０の基板平面に垂直な軸を「Ｚ軸」とし、その基板平面に平行な所定の軸を「Ｘ軸」とする。Ｘ軸およびＺ軸に垂直な軸を「Ｙ軸」とする。同図におけるａは、Ｙ軸方向から見た断面図を示す。

[0022] 上述の溶ダーボール１３１およびワイヤ１１１は、信号線１２１に接続される。ダイ１１３や実装基板１４０内の回路を駆動した際に、ワイヤ１１１、信号線１２１および溶ダーボール１３１を介して信号電流が流れる。また、溶ダーボール１３２およびワイヤ１１２は、グランド線１２２に接続される。これらを介して、回路の駆動時にリターン電流が流れる。同図におけるａの矢印は、電流（信号電流やリターン電流）の向きを示す。

[0023] 同図におけるｂおよびｃに例示するように、信号線１２１やグランド線１２２の形成するループ状の経路を流れるループ電流（信号電流やリターン電流）により磁界が生じ、その磁界の強さ、および、向きは磁気モーメントにより表される。同図におけるｂの黒色の矢印は、磁気モーメントを示す。同図におけるｃは、磁気モーメントの向きがＹ軸方向である場合に、そのＹ軸方向から見た磁気モーメントおよびループ電流を示す。

[0024] また、半導体装置 100 において、ダイ 113 およびワイヤを含む層を導体層 110 とし、インターポーザ 123 内の信号線 121 やグランド線 122 などの配線やビアを含む層を導体層 120 とする。溶ダーボール 131 や 132 などの複数の溶ダーボールが配列された層を導体層 130 とする。同図に例示するように、半導体装置 100 は、積層された導体層 110、120 および 130 を含むものと扱うことができる。これらの導体層は、前述したように電氣的に接続されている。

[0025] 図 2 は、本技術の第 1 の実施の形態における磁気モーメントの一例を示す図である。同図における a は、ダイ 113 およびワイヤを含む導体層 110 の磁気モーメントおよびループ電流を示す斜視図である。同図における b は、溶ダーボールを含む導体層 130 の磁気モーメントおよびループ電流を示す斜視図である。

[0026] 同図における a および b に例示するように、導体層 110 の形成する磁界内の磁気モーメントの向きと、導体層 130 の形成する磁界内の磁気モーメントの向きとが逆向きであり、これらは互いに打ち消しあう。

[0027] ここで、半導体装置 100 からの電磁放射は、主としてワイヤ、ビアや溶ダーボールを流れる電流により生じる。この電磁放射は、IEC (International Electrotechnical Commission) 62433 に記載のように、磁気モーメントによりモデル化することができる。例えば、原点を中心とする X-Y 平面上のループ電流により、原点から X-Z 平面上の観測点 P への磁気モーメントが生じるものとした場合、その観測点 P の磁界は次の式により表される。

[数1]

$$H_r = \frac{IS \cos \theta}{2\pi r^3} (1 + jkr) e^{-jkr} \quad \dots \text{式1}$$

[数2]

$$H_{\theta} = \frac{IS \sin \theta}{4 \pi r^3} \{1 + jkr + (jkr)^2\} e^{-jkr} \quad \dots \text{式2}$$

[0028] 式1において、 H_r は、原点から観測点Pへ方向の磁界を示す。 I は、ループ状の電流を示し、 S は、電流の流れるループの面積を示す。 θ は、磁気モーメントとZ軸とのなす角度を示し、 r は、原点から観測点Pまでの距離を示す。 f は、周波数を示す。

[0029] 式1および式2を簡略化すると、次の式が得られる。

$$H = (I \times f^2 \times S) / r \quad \dots \text{式3}$$

[0030] 式3より、磁界Hの強度は、観測点までの距離 r が短いほど高くなり、また、電流 I が大きいほど高くなる。このため、高密度実装により r が小さくなるほど磁界によるノイズが大きくなる。また、デバイスの高機能化により電流 I が大きくなるほど、磁界によるノイズが大きくなる。

[0031] 特許文献1に記載のように、ループの面積 S を小さくすれば、式3よりノイズを低減することができる。しかしながら、電源を供給する端子が2つ以上の多ピン構造の場合、一部のループの面積が想定より大きくなってしまふことがあり、ノイズを十分に低減することができないおそれがある。

[0032] これに対して、上述したように半導体装置100では、導体層110の形成する磁界内の磁気モーメントと、導体層130の形成する磁界内の磁気モーメントとが互いに打ち消しあふ。このように設計することにより、導体層110の形成する磁界と、導体層130の形成する磁界とを合成した磁界の強度が非常に小さくなり、その磁界によるノイズを十分に低減することができる。

[0033] なお、半導体装置100では、信号電流とリターン電流との形成するループ電流による磁気モーメントについて打ち消しあふように設計されているが、この構成に限定されない。電源電流とリターン電流との形成するループ電流による磁気モーメントについて設計することもできる。

[0034] また、導体層 110、120 および 130 のうち、導体層 110 および導体層 130 のそれぞれの磁気モーメントが互いに打ち消しあうように設計しているが、この構成に限定されない。導体層 110 および導体層 130 以外の組み合わせの 2 層について、磁気モーメントが互いに打ち消しあうように設計することもできる。

[0035] なお、導体層 110 は、特許請求の範囲に記載の第 1 の導体層の一例であり、導体層 130 は、特許請求の範囲に記載の第 2 の導体層の一例である。

[0036] 続いて、図 1 および図 2 に例示した半導体装置 100 の設計方法について説明する。

[0037] [情報処理装置の構成例]

図 3 は、本技術の第 1 の実施の形態における情報処理装置 200 の一構成例を示すブロック図である。この情報処理装置 200 は、処理部 205 および表示部 250 を備える。処理部 205 は、データ保持部 210、電磁界解析部 220、磁気モーメント取得部 230、磁界強度判定部 240 および設計変更部 260 を備える。情報処理装置 200 として、例えば、パーソナルコンピュータが想定される。処理部 205 の機能は、例えば、情報処理装置 200 に、回路設計用のアプリケーションをインストールすることにより実現される。情報処理装置 200 は、ユーザの操作信号に従って、半導体装置 100 を設計する工程の少なくとも一部を実行する。

[0038] データ保持部 210 は、設計のためのデータを保持するものである。例えば、半導体装置 100 の設計データや、設計制約に関するデータがデータ保持部 210 に保持される。設計データは、例えば、導体層 110、120 や 130 のそれぞれのボンディングパッド、ビアやソルダーボールの配列、回路構成などを示すデータを含む。

[0039] 電磁界解析部 220 は、設計データに基づいて電磁界解析により、複数の導体層（例えば、導体層 110 および 130）のそれぞれの磁界分布を求めるものである。この電磁界解析部 220 は、各層の磁界分布を表示部 250 に表示させる。また、電磁界解析部 220 は、求めた磁界分布を磁気モーメント

ント取得部２３０および磁界強度判定部２４０に供給する。

[0040] 磁気モーメント取得部２３０は、磁界分布に基づいて、複数の導体層のそれぞれの磁界内の磁気モーメントを求めるものである。この磁気モーメント取得部２３０は、各層の磁気モーメントを表示部２５０に表示させる。磁界分布から磁気モーメントを求める方法として、例えば、「Yang Zhong, et.al., A New Reconstruction Method for a Source Above an Arbitrarily Shaped Ground Plane, IEEE 2020」に記載の方法を用いることができる。

[0041] 磁界強度判定部２４０は、複数の導体層のそれぞれの磁界を合成した磁界の強度を求め、その磁界強度と、設計制約下の最小値との差が許容値未満（言い換えれば、磁界強度が略最小値）であるか否かを判断するものである。この磁界強度判定部２４０は、合成後の磁界分布と判断結果とを表示部２５０に表示させる。

[0042] ユーザは、表示部２５０に表示された情報を参照し、必要に応じて、設計変更のための操作を行う。例えば、ユーザは、各層の磁気モーメントを参照し、それらが打ち消しあっていない場合には、それらが打ち消しあうように設計変更を試みる。

[0043] 設計変更部２６０は、ユーザの操作信号に従って、設計データを変更するものである。なお、ユーザが手動で設計変更を行っているが、情報処理装置２００が自動で設計変更を行うこともできる。

[0044] 図４は、本技術の第１の実施の形態における磁界分布の解析方法を説明するための図である。情報処理装置２００は、例えば、解析モデルにおいて、解析対象に該当しない導体層の周囲を完全導体で覆った場合の解析対象の磁界分布を求める。

[0045] 例えば、導体層１１０を解析対象とする。情報処理装置１００は、解析モデルにおいて導体層１２０の周囲を完全導体１５１で覆い、導体層１３０の周囲を完全導体１５２で覆う。導体層１２０のグラウンドの端子（パッドなど）は、完全導体１５１に接続され、導体層１３０のグラウンドのソルダボールは、完全導体１５２に接続される。このように、解析対象でない導体

層 1 2 0 および 1 3 0 をシールドすることにより、電磁界解析部 2 2 0 は、解析対象である導体層 1 1 0 の磁界分布のみを解析することができる。

[0046] 図 5 は、本技術の第 1 の実施の形態における設計変更前の磁界分布および磁気モーメントの一例を示す図である。同図における a は、導体層 1 1 0 の磁界分布の一例であり、同図における b は、導体層 1 3 0 の磁界分布の一例である。同図における c は、同図における a の磁界分布から得られた磁気モーメントの一例を示し、同図における d は、同図における b の磁界分布から得られた磁気モーメントの一例を示す。同図における e は、同図における a および b の磁界分布を合成した磁界分布の一例を示す。

[0047] 同図における c および d に例示するように、導体層 1 1 0 および 1 3 0 のそれぞれの磁気モーメントは、向きが異なるものの、互いに打ち消しあっていないものとする。この場合、同図における e に例示した合成後の磁界強度が高くなり、その磁界によるノイズが大きくなってしまう。ユーザは、情報処理装置 2 0 0 の画面を参照して各層の磁気モーメントの向きを把握し、それらの磁気モーメントが打ち消しあうように設計変更を行う。

[0048] 図 6 は、本技術の第 1 の実施の形態における設計変更後の磁界分布および磁気モーメントの一例を示す図である。同図における a は、設計変更後の導体層 1 1 0 の磁気モーメントおよびループ電流の一例を示し、同図における b は、設計変更後の導体層 1 3 0 の磁気モーメントおよびループ電流の一例を示す。同図における c は、同図における a の磁界分布から得られた磁気モーメントの一例を示し、同図における d は、同図における b の磁界分布から得られた磁気モーメントの一例を示す。同図における e は、同図における a および b の磁界分布を合成した磁界分布の一例を示す。

[0049] 同図における c および d に例示するように、設計変更後において、導体層 1 1 0 の磁気モーメントと、導体層 1 3 0 の磁気モーメントとが逆向きとなり、互いに打ち消しあう。これにより、合成後の磁界強度を十分に低くし、ノイズを低減することができる。

[0050] 図 7 は、本技術の第 1 の実施の形態における設計変更前後のボール配置お

よび磁気モーメントの一例を示す図である。同図における a は、設計変更前の導体層 130 の磁気モーメントおよびループ電流の一例を示す斜視図である。同図における b は、設計変更前の導体層 130 の溶ダーボールの配置の一例を示す平面図である。

[0051] 信号電流を流す溶ダーボール 131 と、リターン電流を流す溶ダーボール 132 とに着目する。同図における b に例示するように、Z 軸方向から観察した際に、溶ダーボール 131 の左隣に溶ダーボール 132 が配置されているものとする。この場合、それらの溶ダーボールを流れるループ電流により、紙面において下向きの磁気モーメントが生じる。

[0052] 例えば、ユーザは、情報処理装置 200 を操作し、溶ダーボール 131 の位置と、溶ダーボール 132 との位置を入れ替える設計変更を行うものとする。

[0053] 同図における c は、設計変更後の導体層 130 の磁気モーメントおよびループ電流の一例を示す斜視図である。同図における d は、設計変更後の導体層 130 の溶ダーボールの配置の一例を示す平面図である。

[0054] 同図における c および d に例示するように、設計変更により、ループ電流および磁気モーメントの向きが設計変更前と比較して逆向きになる。同図における a から d に例示したように、溶ダーボールの配置の変更により、磁気モーメントの向きを変えることができる。この他、ワイヤ、ビアの配置の変更や、回路構成の変更によっても磁気モーメントの向きを変えることができる。

[0055] 図 8 は、本技術の第 1 の実施の形態における磁界強度の最小値を求める方法を説明するための図である。同図における a は、最適化前の溶ダーボールの配置例を示す平面図である。同図における b は、設計変更に伴う磁界強度の変動の一例を示すグラフである。同図における c は、最適化後の溶ダーボールの配置例を示す平面図である。

[0056] 導体層の設計パラメータについては、各種の設計制約が課せられる。設計パラメータとしては、溶ダーボール、ワイヤやビアのそれぞれの種類、個

数や位置が想定される。種類としては、例えば、通過する電流が、信号電流（または信号電流）とリターン電流とのいずれであるかが挙げられる。

[0057] 例えば、同図におけるaに例示するように、導体層130において、信号電流の流れる4つのソルダーボール131と、リターン電流の流れる4つのソルダーボール132との配列が必要であるものとする。他の導体層においても、ワイヤやビアの種類、個数や位置などについて、設計パラメータごとに各種の設計制約がある。ユーザは、設計変更の際に、これらの設計パラメータを設計制約の下で変更する。

[0058] 情報処理装置200内の磁界強度判定部240は、設定された設計パラメータと、合成後の磁界強度とを対応付けて保持する。同図におけるbの縦軸は、合成後の磁界強度を示し、横軸は設計パラメータを示す。磁界強度判定部240は、このグラフ上のプロットを2点以上保持し、曲線あてはめにより、プロット群に最もよくフィットする曲線の関数を求める。そして、磁界強度判定部240は、その関数に基づいて制約条件下における磁界強度の最小値を大域的最適解として求める。磁界強度判定部240は、現状の合成後の磁界強度と、求めた最適解（すなわち、最小値）との差が所定の許容値未満であるか否かを判断する。同図におけるbの曲線は、曲線あてはめにより得られた曲線を示す。

[0059] 同図におけるcは、最適解に対応するソルダーボールの配置の一例を示す。

[0060] [情報処理装置の動作例]

図9は、本技術の第1の実施の形態における情報処理装置200の動作の一例を示すフローチャートである。この動作は、例えば、回路設計のための所定のアプリケーションが実行されたときに開始される。

[0061] 情報処理装置200は、導体層のそれぞれの磁界分布を解析して表示する（ステップS901）。そして、情報処理装置200は、導体層のそれぞれの磁界分布を磁気モーメントに変換して表示する（ステップS902）。ユーザは、各層の磁気モーメントが打ち消しあっているか否かを判断する（ス

テップS903)。磁気モーメントが打ち消しあっている場合（ステップS903：Yes）情報処理装置200は、合成後の磁界強度と、設計制約下の最小値との差が許容値未満（言い換えれば、磁界強度が略最小値）であるか否かを判断する（ステップS904）。なお、ステップS903の判断は、ユーザの代わりに情報処理装置100が行うこともできる。

[0062] 磁気モーメントが打ち消しあっていない場合（ステップS903：No）、または、磁界強度が略最小値でない場合（ステップS904：No）、情報処理装置200は、合成後の磁界分布と判断結果とを表示する（ステップS905）。そして、情報処理装置200は、ユーザの操作信号に従って設計データを変更し（ステップS906）、ステップS901以降を繰り返し実行する。

[0063] 一方、磁界強度が略最小値でない場合（ステップS904：Yes）、情報処理装置200は、合成後の磁界分布と判断結果とを表示し（ステップS907）、回路設計のための動作を終了する。

[0064] 同図に例示したように、ステップS901からS906を繰り返すことにより、回路が最適化される。そのサイクルにおいて、情報処理装置200が、導体層毎の磁気モーメントを求めて表示することにより、ユーザは、ノイズの低減された半導体装置100を効率的に設計することができる。

[0065] なお、同図に例示した各手順を具備する方法は、特許請求の範囲に記載の設計方法の一例である。また、同図に例示した手順をコンピュータに実行させるためのプログラムは、特許請求の範囲に記載のプログラムの一例である。

[0066] 図10は、本技術の第1の実施の形態における各層の磁界分布の表示画面500の一例である。同図に例示するように、情報処理装置200は、導体層110や導体層130のそれぞれの磁界分布を求めて表示する。

[0067] 図11は、本技術の第1の実施の形態における磁気モーメントの表示画面の一例である。情報処理装置200は、例えば、導体層110の磁気モーメントであるM1と、導体層130の磁気モーメントであるM2とを求めて表

示する。

[0068] 例えば、同図におけるaの表示画面501のように、情報処理装置200は、磁気モーメントM1およびM2のそれぞれをX軸、Y軸、Z軸の直交座標系のベクトル M_x 、 M_y 、 M_z に分解し、それらのベクトル量を表示する。

[0069] あるいは、同図におけるbの表示画面502のように、情報処理装置200は、磁気モーメントM1およびM2のそれぞれを3次元空間上に矢印のシンボルとして表示する。

[0070] 図12は、本技術の第1の実施の形態における合成後の磁界分布の表示画面503の一例である。同図に例示するように、情報処理装置200は、導体層のそれぞれの磁界分布を合成したものを表示する。

[0071] なお、図10から図12は、情報処理装置200の表示する画面の一部を例示したものであり、情報処理装置200は、上述の画面以外にも、回路設計のための各種の画面を必要に応じて表示することができる。

[0072] このように、本技術の第1の実施の形態によれば、情報処理装置200が、導体層のそれぞれの磁気モーメントを表示するため、ユーザは、ノイズを低減した半導体装置100を容易に設計することができる。

[0073] [変形例]

上述の第1の実施の形態では、情報処理装置200は、解析対象以外をシールドすることにより、解析対象の磁気分布を求めているが、この解析方法に限定されない。この第1の実施の形態の変形例における情報処理装置200は、解析対象以外の導体層に励振源を接続する点において第1の実施の形態と異なる。

[0074] 図13は、本技術の第1の実施の形態の変形例における磁界分布の解析方法を説明するための図である。第1の実施の形態の第1の変形例における情報処理装置200は、解析モデルにおいて、解析対象に該当しない導体層の端子に励振源を接続した場合の解析対象の磁界分布を求める。

[0075] 例えば、導体層110、120および130のうち導体層110を解析対

象とする。電磁界解析部 220 は、FDTD (Finite-Difference Time-Domain method) 等のアルゴリズムにより解析対象の構造をメッシュ状の複数のエリアに分割して計算する。

[0076] 同図における a に例示するように、分割したエリア内の端子（ソルダボール 163、164 および 165 やパッド 161 など）のそれぞれに、V1、V2、V3 および V4 などの励振源が接続される。励振源として、例えば、電圧が与えられる。これにより、電磁界解析部 220 は、全メッシュのエネルギーを計算し、任意の面の磁界分布を導出することができる。

[0077] 電磁界解析部 220 は、メッシュのエネルギー情報から、導体層 110 および 120 の境界の励振源 V1' を取得する。

[0078] そして、同図における b に例示するように、電磁界解析部 220 は、解析対象でない導体層の端子のそれぞれに励振源 V1' を接続する。例えば、導体層 120 のパッド 162 や、ソルダボール 163、164 および 165 などの端子に励振源 V1' が接続される。これにより、パッド 162 とソルダボール 163、164 および 165 との間には電位差が生じず、導体層 120 および 130 に電流が流れなくなる。このため、電磁界解析部 220 は、導体層 120 や 130 からの電磁放射を除いて、導体層 110 の磁界分布のみを取得することができる。

[0079] このように、本技術の第 1 の実施の形態の変形例によれば、電磁界解析部 220 は、解析対象に該当しない導体層の端子に励振源を接続するため、解析対象の磁界分布のみを求めることができる。

[0080] <2. 第 2 の実施の形態>

上述の第 1 の実施の形態では、導体層 110 や 130 などの 2 層のそれぞれの磁気モーメントを求めていたが、3 層以上の導体層のそれぞれの磁気モーメントを求めることもできる。

[0081] 図 14 は、本技術の第 2 の実施の形態における合成前後の磁気モーメントの一例を示す図である。この第 2 の実施の形態の電磁界解析部 220 は、導体層 110 および 130 の磁界分布に加え、導体層 120 の磁界分布をさら

に求める。そして、磁気モーメント取得部230は、導体層110、120および130のそれぞれの磁気モーメントを取得する。なお、導体層110、120および130は、特許請求の範囲に記載の第1、第2および第3の導体層の一例である。

[0082] 同図におけるaは、導体層110の磁気モーメントおよびループ電流を示し、同図におけるbは、導体層120の磁気モーメントおよびループ電流を示す。同図におけるcは、導体層130の磁気モーメントおよびループ電流を示す。

[0083] 磁気モーメント取得部230は、3つの導体層のうち2つのそれぞれの磁気モーメントを合成する。例えば、導体層120および130の磁気モーメントが合成される。

[0084] 同図におけるdは、導体層110の磁気モーメントおよびループ電流を示し、同図におけるeは、合成後の磁気モーメントおよびループ電流を示す。電磁界解析部220は、これらの磁気モーメントを表示部250に表示させる。以降において、第1の実施の形態と同様の処理が実行される。

[0085] なお、導体層が4層以上である場合にも、同様に電磁界解析部220は、それらのうち複数の磁気モーメントを合成して表示させることができる。また、第2の実施の形態に第1の実施の形態の変形例を適用することができる。

[0086] 上述したように、情報処理装置200が3層のうち2層の磁気モーメントを合成して表示させるため、ユーザは、表示画面を参照して2層の場合と同じように磁気モーメントの向きを把握し、効率的に設計を行うことができる。

[0087] このように、本技術の第2の実施の形態によれば、情報処理装置200が3層のうち2層の磁気モーメントを合成して表示させるため、ユーザは、効率的に設計を行うことができる。

[0088] なお、上述の実施の形態は本技術を具現化するための一例を示したものであり、実施の形態における事項と、特許請求の範囲における発明特定事項と

はそれぞれ対応関係を有する。同様に、特許請求の範囲における発明特定事項と、これと同一名称を付した本技術の実施の形態における事項とはそれぞれ対応関係を有する。ただし、本技術は実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において実施の形態に種々の変形を施すことにより具現化することができる。

[0089] また、上述の実施の形態において説明した処理手順は、これら一連の手順を有する方法として捉えてもよく、また、これら一連の手順をコンピュータに実行させるためのプログラム乃至そのプログラムを記憶する記録媒体として捉えてもよい。この記録媒体として、例えば、CD (Compact Disc)、MD (MiniDisc)、DVD (Digital Versatile Disc)、メモ리카ード、ブルーレイディスク (Blu-ray (登録商標) Disc) 等を用いることができる。

[0090] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって、限定されるものではなく、また、他の効果があってもよい。

[0091] なお、本技術は以下のような構成もとることができる。

(1) 第1の導体層が形成する第1の磁界内の第1の磁気モーメントと前記第1の導体層に積層される第2の導体層が形成する第2の磁界内の第2の磁気モーメントとを求める処理を行う処理部を具備する情報処理装置。

(2) 前記処理部は、

前記第1および第2の導体層のそれぞれの設計データから前記第1および第2の磁界の分布を求める電磁界解析部と、

前記第1および第2の磁界の分布に基づいて前記第1および第2の磁気モーメントを求める磁気モーメント取得部とを備える前記(1)記載の情報処理装置。

(3) 前記処理部は、前記設計データを変更する設計変更部をさらに備える前記(2)記載の情報処理装置。

(4) 前記処理部は、前記第1および第2の磁界を合成した磁界の磁界強度と所定の最小値との差が許容値未満か否かを判定する磁界強度判定部をさらに備える

前記（２）または（３）に記載の情報処理装置。

（５）前記電磁界解析部は、前記第１および第２の導体層のうち解析対象に該当しない方の導体層をシールドした場合の前記解析対象の磁界分布を求める

前記（２）から（４）のいずれかに記載の情報処理装置。

（６）前記電磁界解析部は、前記第１および第２の導体層のうち解析対象に該当しない方の導体層の端子に所定の励振源を接続した場合の前記解析対象の磁界分布を求める

前記（２）から（４）のいずれかに記載の情報処理装置。

（７）前記磁気モーメント取得部は、第２の導体層に積層される第３の導体層が形成する第３の磁気モーメントと前記第１、第２および第３の磁気モーメントのうち２つを合成した磁気モーメントとをさらに求める

前記（２）から（６）のいずれかに記載の情報処理装置。

（８）前記処理部は、前記第１および第２の磁気モーメントのそれぞれを表示部に表示させる

前記（１）から（７）のいずれかに記載の情報処理装置。

（９）情報処理装置が、第１の導体層が形成する第１の磁界内の第１の磁気モーメントと前記第１の導体層に積層される第２の導体層が形成する第２の磁界分内の第２の磁気モーメントとを求める手順を具備する半導体装置の設計方法。

（１０）情報処理装置が、第１の導体層が形成する第１の磁界内の第１の磁気モーメントと前記第１の導体層に積層される第２の導体層が形成する第２の磁界分内の第２の磁気モーメントとを求める手順をコンピュータに実行させるためのプログラム。

（１１）第１の磁気モーメントを有する第１の磁界を形成する第１の導体層と、

前記第１の導体層に積層され、前記第１の磁気モーメントとの間で打ち消しあう第２の磁気モーメントを有する第２の磁界を形成する第２の導体層と

を具備する半導体装置。

符号の説明

- [0092] 1 0 0 半導体装置
- 1 1 0、1 2 0、1 3 0 導体層
- 1 1 1、1 1 2 ワイヤ
- 1 1 3 ダイ
- 1 2 1 信号線
- 1 2 2 グランド線
- 1 2 3 インターポーザ
- 1 3 1、1 3 2、1 6 3～1 6 5 ソルダボール
- 1 4 0 実装基板
- 1 5 1、1 5 2 完全導体
- 1 6 1、1 6 2 パッド
- 2 0 0 情報処理装置
- 2 0 5 処理部
- 2 1 0 データ保持部
- 2 2 0 電磁界解析部
- 2 3 0 磁気モーメント取得部
- 2 4 0 磁界強度判定部
- 2 5 0 表示部
- 2 6 0 設計変更部

請求の範囲

- [請求項1] 第1の導体層が形成する第1の磁界内の第1の磁気モーメントと前記第1の導体層に積層される第2の導体層が形成する第2の磁界内の第2の磁気モーメントとを求める処理を行う処理部を具備する情報処理装置。
- [請求項2] 前記処理部は、
前記第1および第2の導体層のそれぞれの設計データから前記第1および第2の磁界の分布を求める電磁界解析部と、
前記第1および第2の磁界の分布に基づいて前記第1および第2の磁気モーメントを求める磁気モーメント取得部と
を備える請求項1記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記処理部は、前記設計データを変更する設計変更部をさらに備える
請求項2記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記処理部は、前記第1および第2の磁界を合成した磁界の磁界強度と所定の最小値との差が許容値未満か否かを判定する磁界強度判定部をさらに備える
請求項2記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記電磁界解析部は、前記第1および第2の導体層のうち解析対象に該当しない方の導体層をシールドした場合の前記解析対象の磁界分布を求める
請求項2記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記電磁界解析部は、前記第1および第2の導体層のうち解析対象に該当しない方の導体層の端子に所定の励振源を接続した場合の前記解析対象の磁界分布を求める
請求項2記載の情報処理装置。
- [請求項7] 前記磁気モーメント取得部は、第2の導体層に積層される第3の導体層が形成する第3の磁気モーメントと前記第1、第2および第3の

磁気モーメントのうち2つを合成した磁気モーメントとをさらに求める

請求項2記載の情報処理装置。

[請求項8] 前記処理部は、前記第1および第2の磁気モーメントのそれぞれを表示部に表示させる

請求項1記載の情報処理装置。

[請求項9] 情報処理装置が、第1の導体層が形成する第1の磁界内の第1の磁気モーメントと前記第1の導体層に積層される第2の導体層が形成する第2の磁界分内の第2の磁気モーメントとを求める手順を具備する半導体装置の設計方法。

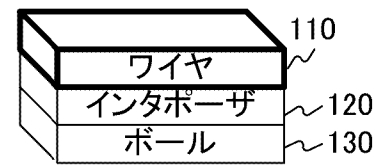
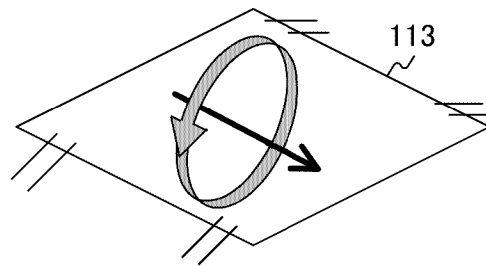
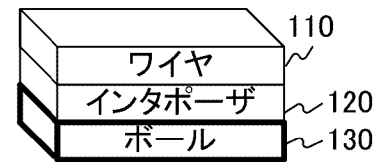
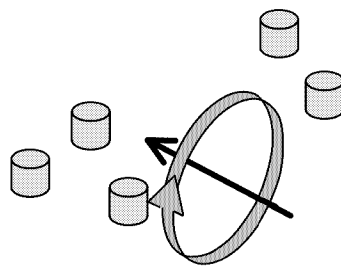
[請求項10] 情報処理装置が、第1の導体層が形成する第1の磁界内の第1の磁気モーメントと前記第1の導体層に積層される第2の導体層が形成する第2の磁界分内の第2の磁気モーメントとを求める手順をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項11] 第1の磁気モーメントを有する第1の磁界を形成する第1の導体層と、

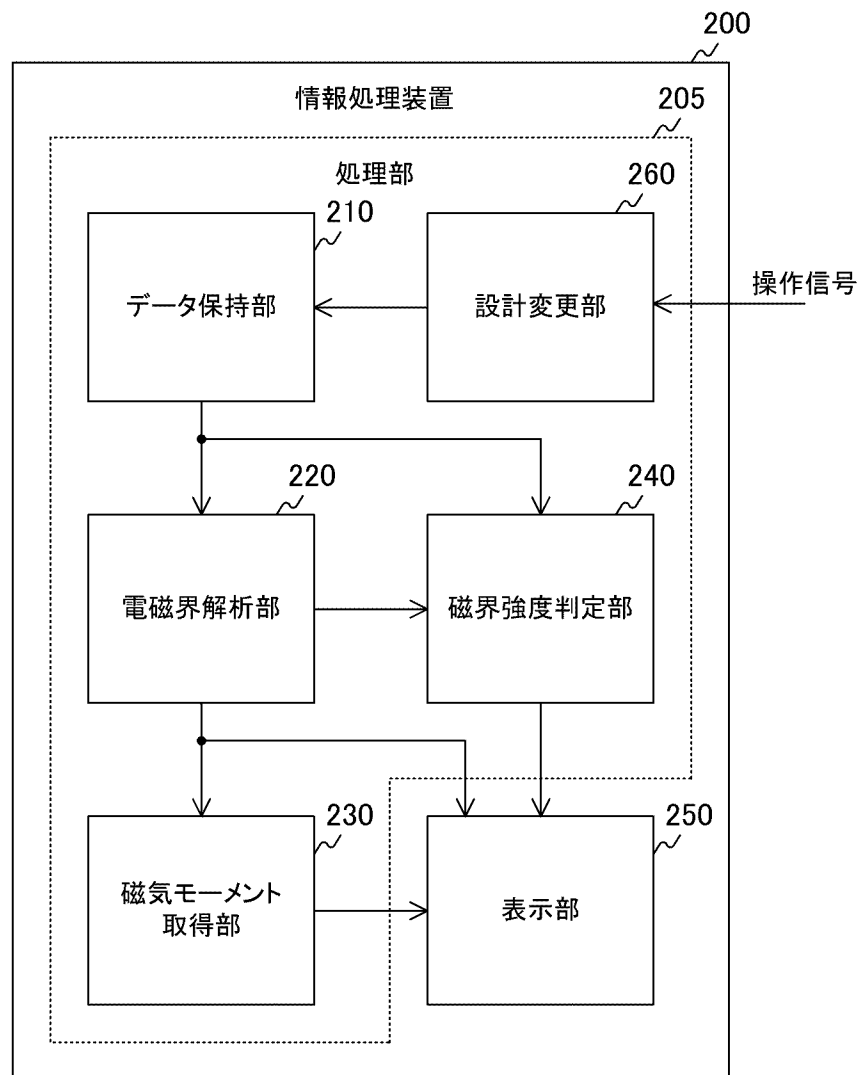
前記第1の導体層に積層され、前記第1の磁気モーメントとの間で打ち消しあう第2の磁気モーメントを有する第2の磁界を形成する第2の導体層と

を具備する半導体装置。

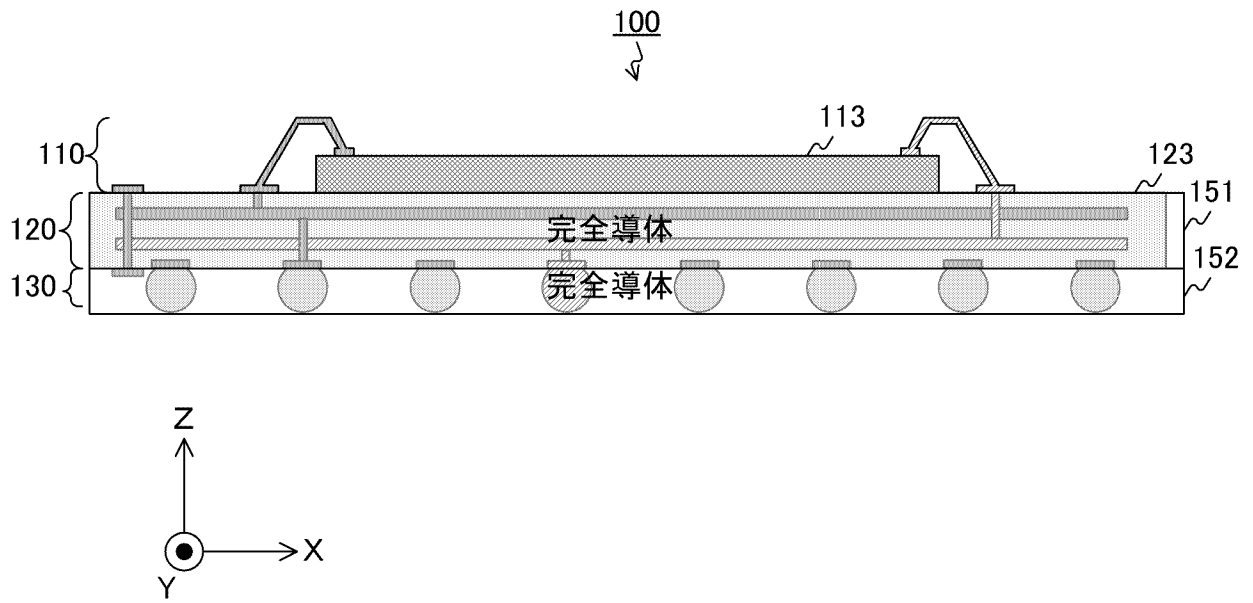
[図2]

ab

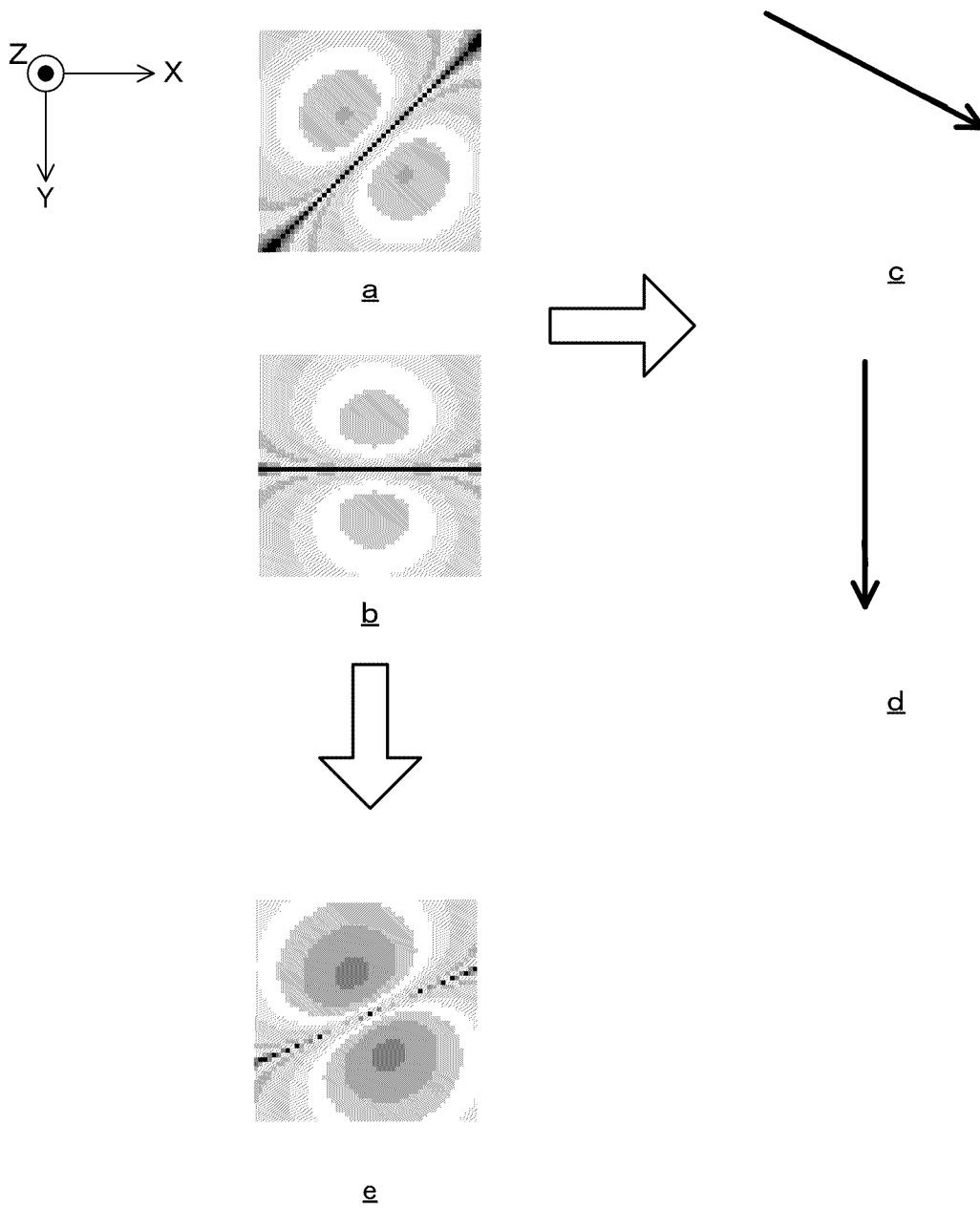
[図3]



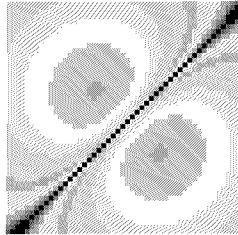
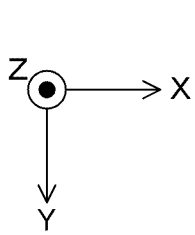
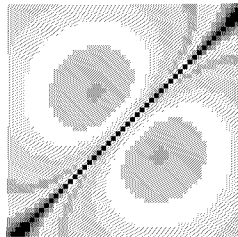
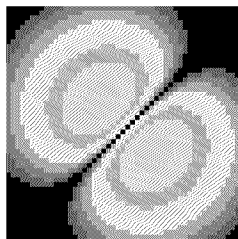
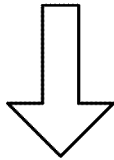
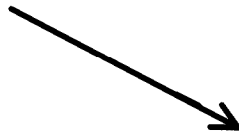
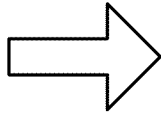
[図4]



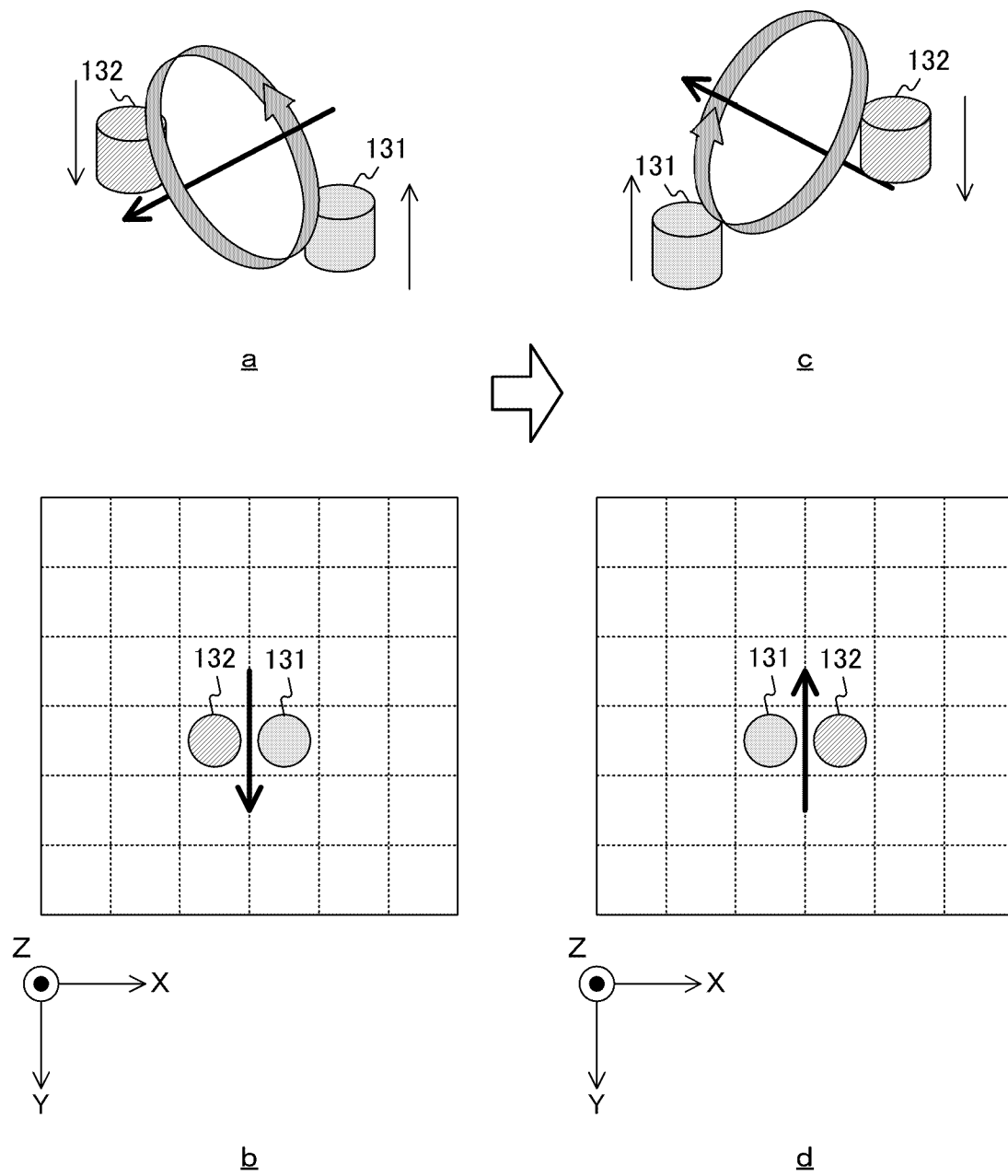
[図5]



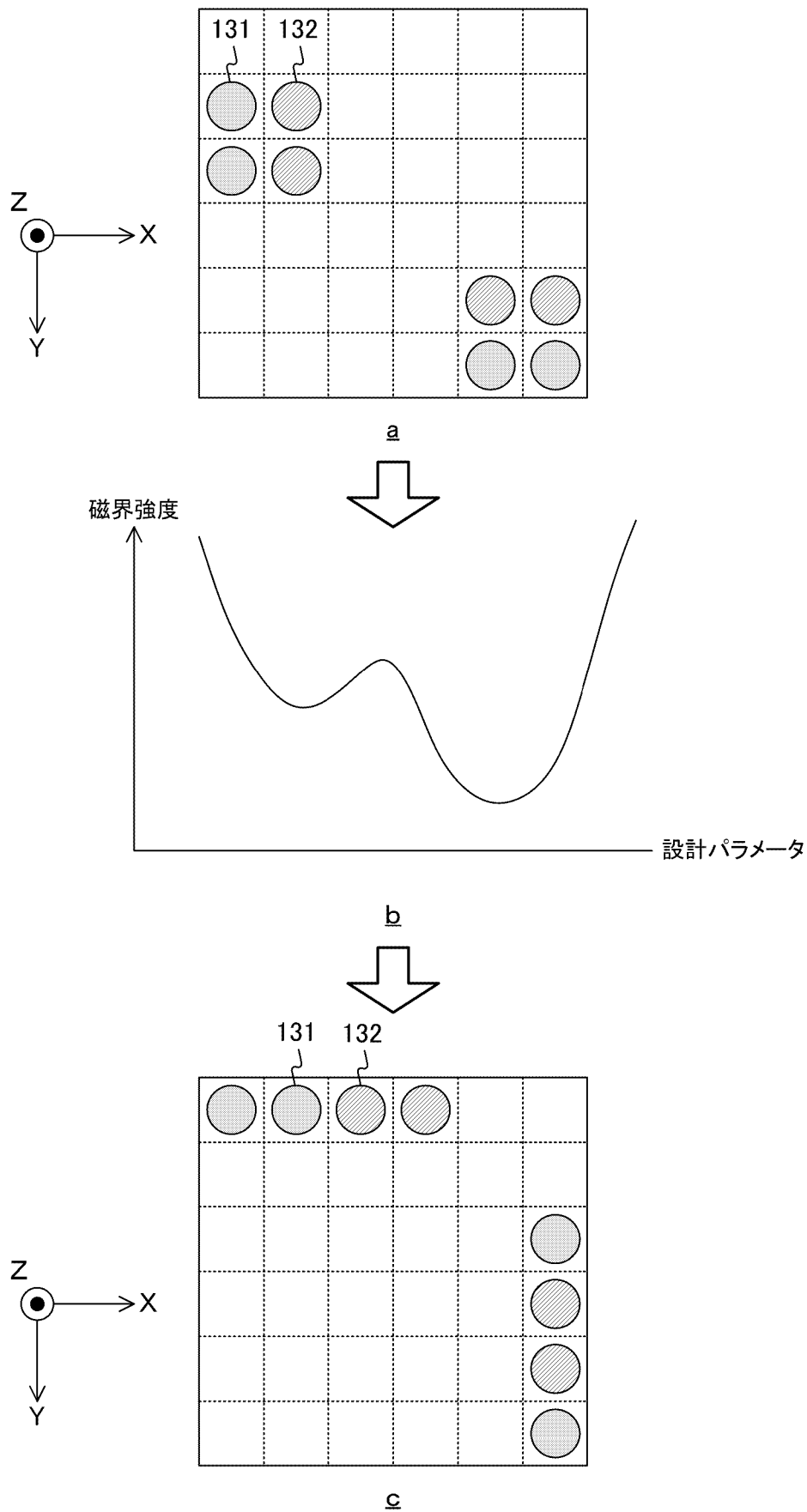
[図6]

abecd

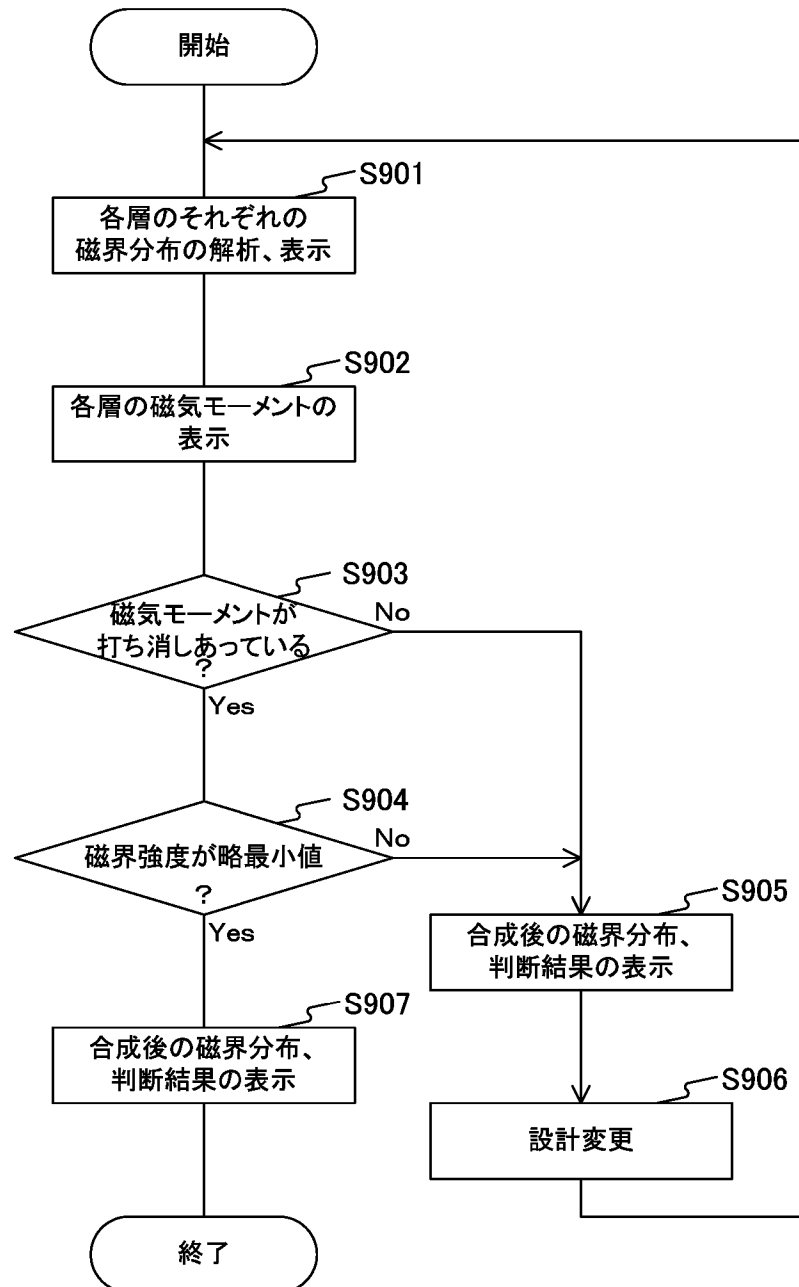
[図7]



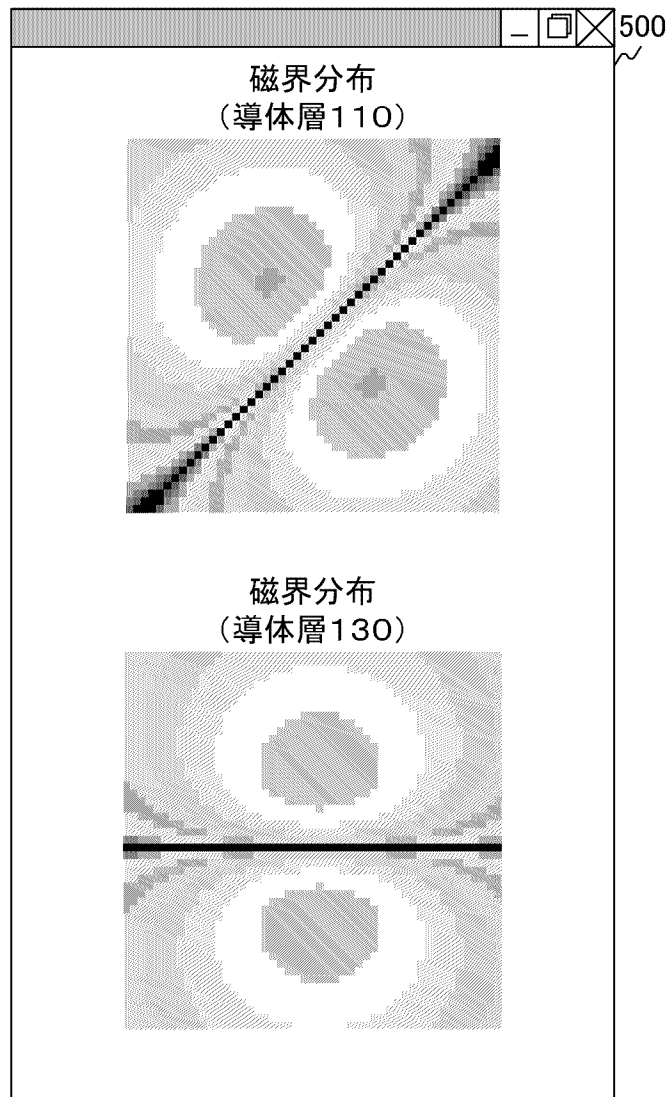
[図8]



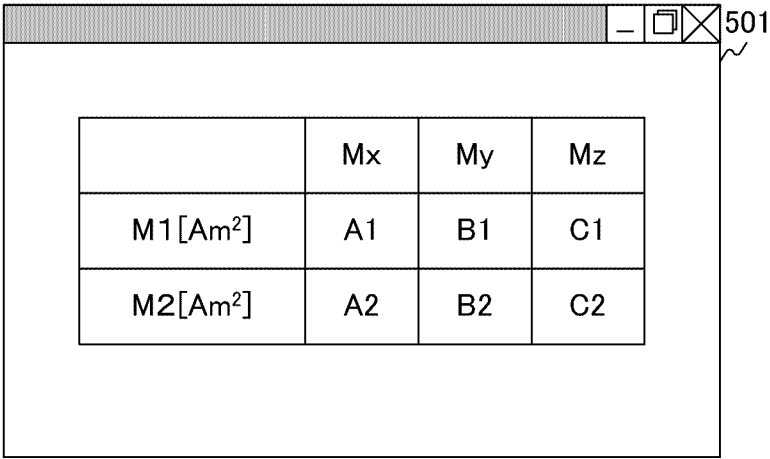
[図9]



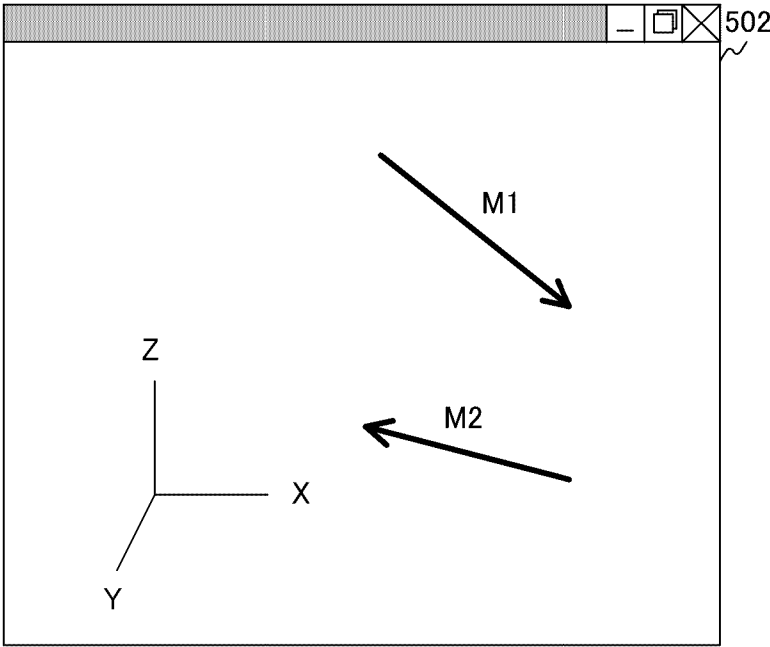
[図10]



[図11]

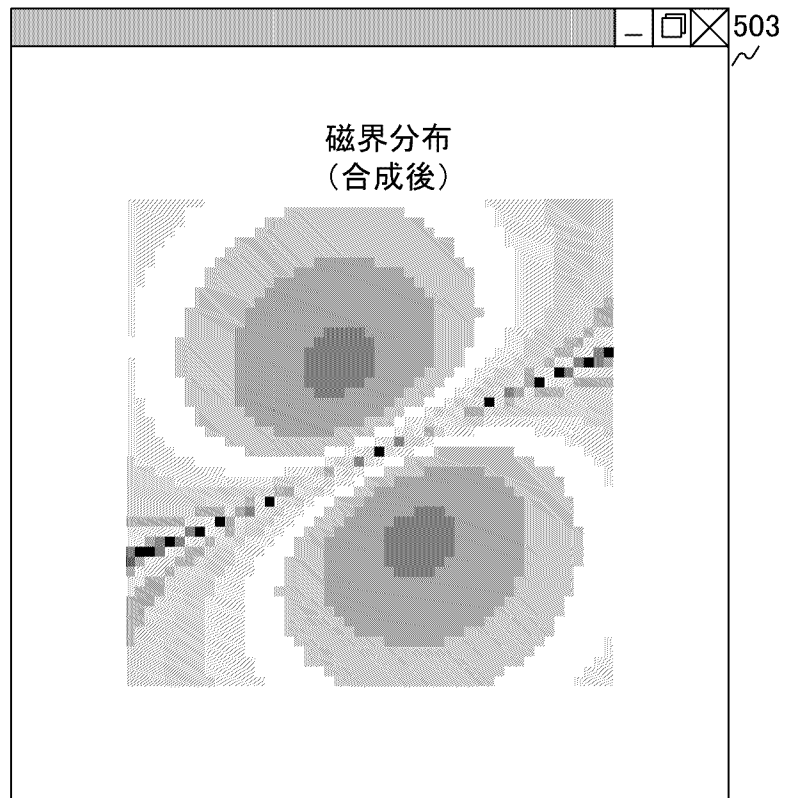


a

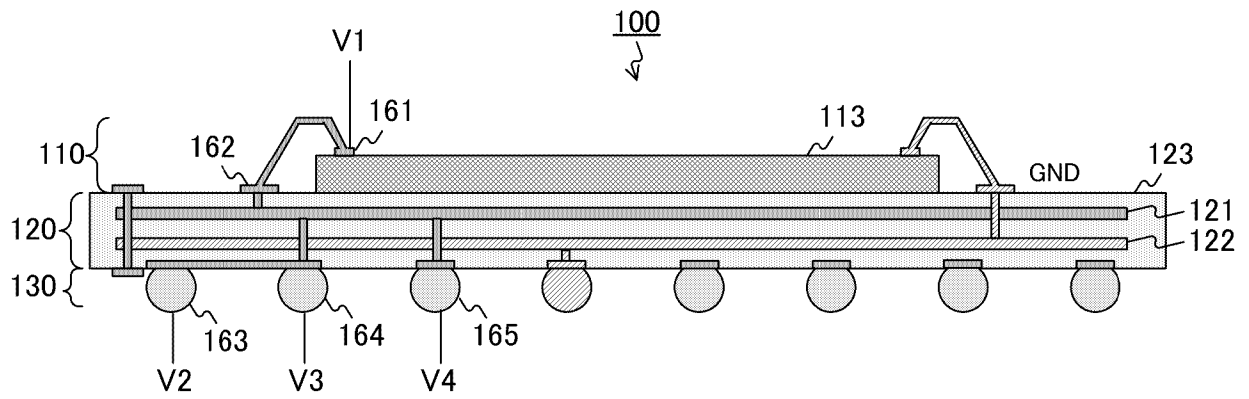
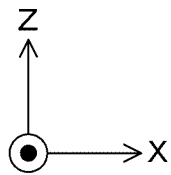
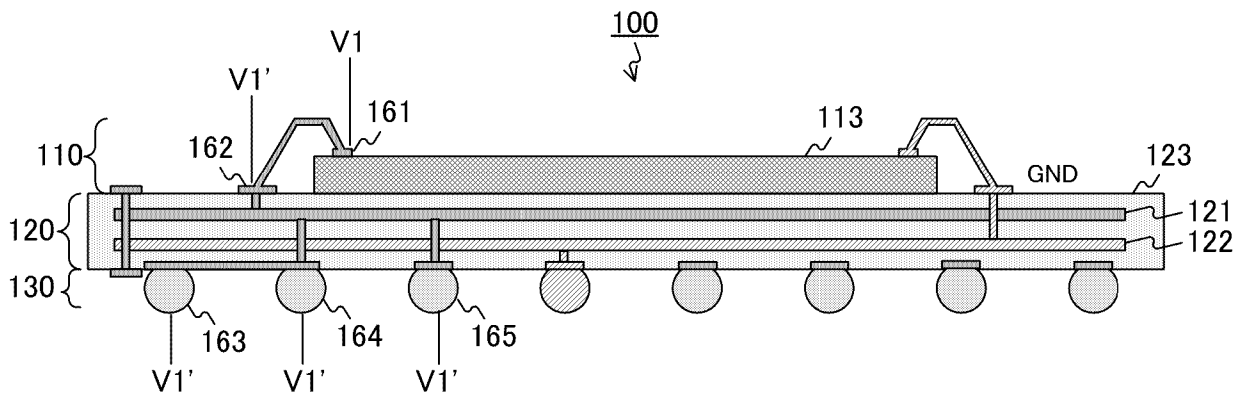


b

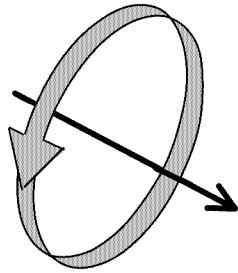
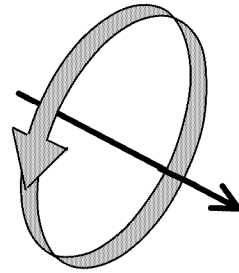
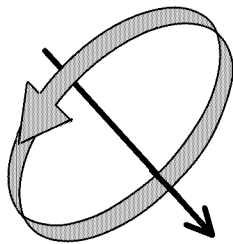
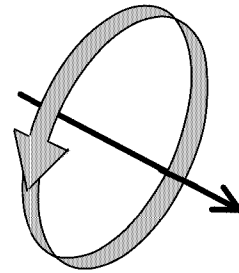
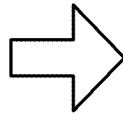
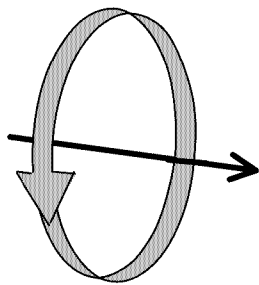
[図12]



[図13]

**a****b**

[図14]

adbec

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/016983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G06F 30/398</i> (2020.01)i; <i>G06F 119/10</i> (2020.01)n FI: G06F30/398; G06F119:10 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) G06F30/00-30/398; G01R29/08; H01L21/00-33/64; H05K1/00-1/18 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 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.
X	JP 9-167851 A (NEC CORPORATION) 24 June 1997 (1997-06-24)	11
A	paragraphs [0018]-[0024]	1-10
X	JP 2016-177189 A (JAPAN DISPLAY INC.) 06 October 2016 (2016-10-06)	11
A	paragraphs [0013]-[0040]	1-10
A	JP 2002-202332 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 19 July 2002 (2002-07-19)	1-11
	claims	
☐ 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 11 June 2024		Date of mailing of the international search report 25 June 2024
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/JP2024/016983

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	9-167851	A	24 June 1997	(Family: none)	
JP	2016-177189	A	06 October 2016	(Family: none)	
JP	2002-202332	A	19 July 2002	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

G06F 30/398(2020.01)i; G06F 119/10(2020.01)n
FI: G06F30/398; G06F119:10

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））

G06F30/00-30/398; G01R29/08; H01L21/00-33/64; H05K1/00-1/18

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報1994 - 2024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
X	JP 9-167851 A（日本電気株式会社）24.06.1997（1997 - 06 - 24） [0018] - [0024]	11
A		1-10
X	JP 2016-177189 A（株式会社ジャパンディスプレイ）06.10.2016（2016 - 10 - 06） [0013] - [0040]	11
A		1-10
A	JP 2002-202332 A（松下電工株式会社）19.07.2002（2002 - 07 - 19） 特許請求の範囲	1-11

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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
11.06.2024

国際調査報告の発送日
25.06.2024

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）

松浦 功 5P 9181

電話番号 03-3581-1101 内線 3539

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/016983

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	9-167851	A	24.06.1997	(ファミリーなし)	
JP	2016-177189	A	06.10.2016	(ファミリーなし)	
JP	2002-202332	A	19.07.2002	(ファミリーなし)	