

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7113183号

(P7113183)

(45)発行日 令和4年8月5日(2022.8.5)

(24)登録日 令和4年7月28日(2022.7.28)

(51)国際特許分類

F I

B 4 1 F 15/40 (2006.01)

B 4 1 F

15/40

B

B 4 1 M 1/12 (2006.01)

B 4 1 M

1/12

B 4 1 F 15/08 (2006.01)

B 4 1 F

15/08

3 0 3 E

請求項の数 10 (全18頁)

(21)出願番号 特願2019-543518(P2019-543518)  
 (86)(22)出願日 平成30年8月31日(2018.8.31)  
 (86)国際出願番号 PCT/JP2018/032303  
 (87)国際公開番号 WO2019/058926  
 (87)国際公開日 平成31年3月28日(2019.3.28)  
 審査請求日 令和3年3月4日(2021.3.4)  
 (31)優先権主張番号 特願2017-183700(P2017-183700)  
 (32)優先日 平成29年9月25日(2017.9.25)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 日本国(JP)

(73)特許権者 314012076  
 パナソニックIPマネジメント株式会社  
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号  
 (74)代理人 100106116  
 弁理士 鎌田 健司  
 (74)代理人 100115554  
 弁理士 野村 幸一  
 (72)発明者 磯端 美伯  
 大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニ  
 ックスマートファクトリーソリューショ  
 ンズ株式会社内  
 (72)発明者 黒田 聖弥  
 大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニ  
 ックスマートファクトリーソリューショ  
 ンズ株式会社内  
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 印刷結果の表示方法及びスクリーン印刷方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

パターン孔を有するマスクと、前記マスク上を移動するスキージとを備え、予め設定された印刷条件に基づいて前記スキージを移動させることにより前記マスク上のペーストを前記パターン孔に充填し、前記パターン孔に充填された前記ペーストを基板に転写するスクリーン印刷装置における印刷結果の表示方法であって、  
 前記予め設定された印刷条件に基づいて前記スキージを前記マスクに対して移動させることにより、前記パターン孔とは別に前記マスクに設けられた検査孔に前記ペーストを充填し、

前記検査孔に充填される前記ペーストの圧力の変化を圧力波形として取得し、  
 前記圧力波形より前記ペーストの前記検査孔への充填圧力と充填時間を検出し、  
 検出された前記充填圧力及び前記充填時間を予め設定された判定基準とともに表示モニタに表示する印刷結果の表示方法。

## 【請求項2】

前記充填圧力及び前記充填時間ならびに前記予め設定された判定基準は、前記充填時間と前記充填圧力を2軸とするグラフ上に表示される請求項1に記載の印刷結果の表示方法。

## 【請求項3】

前記充填圧力は、前記圧力波形における前記圧力の最大値である請求項1に記載の印刷結果の表示方法。

## 【請求項4】

10

20

前記充填時間は、前記圧力波形において所定の閾値を超える前記圧力を検出した時間である請求項 1 に記載の印刷結果の表示方法。

【請求項 5】

前記予め設定された印刷条件は、前記スキージを前記マスクの上面に押し付ける力を示す印圧、前記スキージのペースト掻寄せ面と前記マスクの前記上面とがなす角度であるアタック角、前記マスク上を移動する前記スキージの速度を含む請求項 1 に記載の印刷結果の表示方法。

【請求項 6】

パターン孔を有するマスクと、前記マスク上を移動するスキージとを備え、予め設定された印刷条件に基づいて前記スキージを移動させることにより前記マスク上のペーストを前記パターン孔に充填し、前記パターン孔に充填された前記ペーストを基板に転写するスクリーン印刷装置におけるスクリーン印刷方法であって、

予め設定された仮の印刷条件に基づいて前記スキージを前記マスクに対して移動させることにより、前記パターン孔とは別に前記マスクに設けられた検査孔に前記ペーストを充填し、

前記検査孔に充填される前記ペーストの圧力の変化を圧力波形として取得し、

前記圧力波形より前記ペーストの前記検査孔への充填圧力と充填時間を検出し、

前記充填圧力と前記充填時間が予め設定された判定基準を満たすか否かを判定し、

前記充填圧力と前記充填時間が前記予め設定された判定基準を満たす場合は前記仮の印刷条件を生産用の印刷条件に設定し、

前記充填圧力と前記充填時間が前記予め設定された判定基準を満たさない場合は前記仮の印刷条件を、変更後の仮の印刷条件に変更し、前記変更後の仮の印刷条件に基づいて前記検査孔への前記ペーストの充填から前記予め設定された判定基準を満たすか否かの判定までの一連の処理を前記充填圧力と前記充填時間が前記予め設定された判定基準を満たすまで繰り返し、

前記生産用の印刷条件に基づいて前記スキージを移動させることにより前記マスク上の前記ペーストを前記パターン孔に充填し、前記パターン孔に充填された前記ペーストを前記基板に転写するスクリーン印刷方法。

【請求項 7】

前記充填圧力と前記充填時間が前記予め設定された判定基準を満たすか否かの判定において、前記充填時間が所定の下限時間から上限時間の間であり前記充填圧力が所定の下限圧力から上限圧力の間であれば、前記予め設定された判定基準を満たすと判断する請求項 6 に記載のスクリーン印刷方法。

【請求項 8】

前記充填圧力は、前記圧力波形における前記圧力の最大値である請求項 6 に記載のスクリーン印刷方法。

【請求項 9】

前記充填時間は、前記圧力波形において所定の閾値を超える前記圧力を検出した時間である請求項 6 に記載のスクリーン印刷方法。

【請求項 10】

前記予め設定された印刷条件、前記予め設定された仮の印刷条件、前記変更後の仮の印刷条件、前記生産用印刷条件はそれぞれ、前記スキージを前記マスクの上面に押し付ける力を示す印圧、前記スキージのペースト掻寄せ面と前記マスクの前記上面とがなすアタック角、前記マスク上を移動する前記スキージの速度を含む請求項 6 に記載のスクリーン印刷方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板に近接させたマスク上でスキージを移動させて基板にペーストを印刷するスクリーン印刷装置における印刷結果の表示方法及びスクリーン印刷装方法に関する。

10

20

30

40

50

## 【背景技術】

## 【0002】

スクリーン印刷装置は、パターン孔を有して基板に近接されるマスクと、基板に近接されたマスク上を移動するスキージとを備えており、スキージをマスク上で移動させることで、マスクのパターン孔にペーストが充填されて基板にペーストが印刷されるようになっている。このようなスクリーン印刷装置では、印刷の品質に影響を与える種々の印刷条件を適切に設定することが重要である。下記の特許文献1には、マスクに形成した圧力検出用の開口部を介して、印刷されるクリーム半田の圧力を検出する圧力センサを設けたスクリーン印刷装置が記載されている。このスクリーン印刷装置では、圧力センサで検出した圧力の波形検出結果をデータベースに登録されている最適波形と比較し、両者が一致するまで印刷条件の変更と充填圧力の計測を繰り返す。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特開2001-71455号公報

## 【発明の概要】

## 【0004】

しかしながら、圧力センサで検出した圧力の波形検出結果と最適波形とを比較しただけでは、印刷条件が適切であるか否かの判断を的確に行うことは困難であった。また、上記のように、圧力の実測値が得られる場合でも、良好な印刷結果が得られるようにするためには複数の印刷条件のどれをどのように変化させたらよいかという判断は作業者の経験に頼る面が大きく、経験の未熟な作業者は印刷条件の設定を或る程度試行錯誤で行わざるを得ないという問題点があった。

20

## 【0005】

そこで本発明は、印刷条件の適否の判断を容易に行うことができる、或いは印刷条件を自動的に設定することができるスクリーン印刷装置における印刷結果の表示方法及びスクリーン印刷方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

本発明の印刷結果の表示方法は、パターン孔を有するマスクと、マスク上を移動するスキージとを備え、予め設定された印刷条件に基づいてスキージを移動させることによりマスク上のペーストをパターン孔に充填し、パターン孔に充填されたペーストを基板に転写するスクリーン印刷装置における印刷結果の表示方法であって、予め設定された印刷条件に基づいてスキージをマスクに対して移動させることにより、パターン孔とは別にマスクに設けられた検査孔にペーストを充填し、検査孔に充填されるペーストの圧力の変化を圧力波形として取得し、圧力波形より充填圧力と充填時間を検出し、検出された充填圧力及び充填時間を予め設定した判定基準とともに表示モニタに表示する。

30

## 【0007】

本発明のスクリーン印刷方法は、パターン孔を有するマスクと、マスク上を移動するスキージとを備え、予め設定された印刷条件に基づいてスキージを移動させることによりマスク上のペーストをパターン孔に充填し、パターン孔に充填されたペーストを基板に転写するスクリーン印刷装置におけるスクリーン印刷方法であって、予め設定された仮の印刷条件に基づいてスキージをマスクに対して移動させることにより、パターン孔とは別にマスクに設けられた検査孔にペーストを充填し、検査孔に充填されるペーストの圧力の変化を圧力波形として取得し、圧力波形より充填圧力と充填時間を検出し、充填圧力と充填時間が予め設定した判定基準を満たすか否かを判定し、判定基準を満たす場合は仮の印刷条件を生産用の印刷条件に設定し、判定基準を満たさない場合は仮の印刷条件を変更し、変更した仮の印刷条件に基づいて検査孔へのペーストの充填から判定基準を満たすか否かの判定までを再度行い、生産用の印刷条件に基づいてスキージを移動させることによりマスク上のペーストをパターン孔に充填し、パターン孔に充填されたペーストを基板に転写する。

40

50

## 【０００８】

本発明によれば、印刷条件の適否についての判断を容易に行うことができる。また、本発明によれば、印刷条件を自動的に設定することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【０００９】

【図１】図１は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置の平面図である。

【図２】図２は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置の正面図である。

【図３】図３は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置の側面図である。

【図４】図４は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が備えるマスクの平面図である。

【図５】図５は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置の制御系統を示すブロック図である。

【図６】図６は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が備えるマスクを基板とともに示す側面図である。

【図７】図７は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が備えるマスクの平面図である。

【図８】図８は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置がマスクを介して基板にペーストを充填している様子を示す図である。

【図９】図９は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置がマスクの検査孔にペーストを充填している様子を示す図である。

【図１０Ａ】図１０Ａは、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が備えるクリーニングユニットによりクリーニングを行っている様子を示す図である。

【図１０Ｂ】図１０Ｂは、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が備えるクリーニングユニットによりクリーニングを行っている様子を示す図である。

【図１０Ｃ】図１０Ｃは、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が備えるクリーニングユニットによりクリーニングを行っている様子を示す図である。

【図１１】図１１は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が計測した充填圧力の時間的変化を示すグラフである。

【図１２】図１２は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が設定する判定基準の一例を示すグラフである。

【図１３Ａ】図１３Ａは、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が充填圧力の時間的変化を計測して得られた印圧と充填時間を、設定した判定基準のグラフとともに示す図である。

【図１３Ｂ】図１３Ｂは、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置が充填圧力の時間的変化を計測して得られた印圧と充填時間を、設定した判定基準のグラフとともに示す図である。

【図１４】図１４は、本発明の第２実施形態におけるスクリーン印刷装置の制御系統を示すブロック図である。

【図１５】図１５は、本発明の第２実施形態におけるスクリーン印刷装置が実行する印刷条件の設定手順を示すフロー図である。

【図１６】図１６は、本発明の第１及び第２実施形態の変形例におけるスクリーン印刷装置がマスクの検査孔にペーストを充填している様子を示す図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【００１０】

## (第１実施形態)

図１、図２及び図３は、本発明の第１実施形態におけるスクリーン印刷装置１を示している。なお、図１は、スクリーン印刷装置１の平面図である。図２は、スクリーン印刷装置１の正面図である。図３は、スクリーン印刷装置１の側面図である。スクリーン印刷装置１は上流工程側から供給された基板２を搬入し、基板２の表面に半田等のペーストを印刷して下流工程側に搬出する装置である。ここでは説明の便宜上、作業員ＯＰから見たス

10

20

30

40

50

クリーン印刷装置 1 の左右方向を X 軸方向とし、左方を上流工程側、右方を下流工程側とする。また、作業者 OP から見たスクリーン印刷装置 1 の前後方向を Y 軸方向とし、作業者 OP から見た手前側を前方、作業者 OP から見た奥側を後方とする。更に、スクリーン印刷装置 1 の上下方向を Z 軸方向とする。

#### 【0011】

図 1、図 2 及び図 3 において、スクリーン印刷装置 1 は基台 11 上に基板保持部 21 と基板保持部移動機構 22 を備えている。基板保持部 21 の上方にはマスク 13 が設置されている。基板保持部 21 の上流工程側には搬入コンベア 14 が設けられており、基板保持部 21 の下流工程側には搬出コンベア 15 が設けられている（図 1）。マスク 13 の上方には印刷ヘッド 16 が設けられており、マスク 13 と基板保持部 21 との間の領域には撮像ユニット 17 とクリーニングユニット 18 が設けられている（図 2 及び図 3）。 10

#### 【0012】

図 1 において、基板保持部 21 は Y 軸方向に開閉自在な一对のクランプ部材 21A を備えている。一对のクランプ部材 21A は、上流工程側から搬入した基板 2 の Y 軸方向に対向する両側部をクランプして保持する。図 2 において、基板保持部 21 は昇降テーブル 21a と基板 2 を下方から支持する基板支持部 21b を備えている。基板保持部移動機構 22 は、基台 11 に対して水平面内に移動する XY テーブル 22A、XY テーブル 22A に設けられた Z 軸回りに回転する  $\theta$  テーブル 22B、 $\theta$  テーブル 22B に設けられて基板保持部 21 を昇降させる基板昇降機構 22C を備えている。これらは下から順に積層されており、最上段の基板昇降機構 22C が昇降テーブル 21a に結合されている。従って、XY テーブル 22A と  $\theta$  テーブル 22B により基板保持部 21 に保持された基板 2 を水平面内で XY 方向へ移動、Z 軸回りに回転させ、基板昇降機構 22C によって基板 2 をマスク 13 に対して近接・離反させることができる。 20

#### 【0013】

図 1、図 2 及び図 3 において、マスク 13 は金属製の板状部材から成り、水平姿勢に配置されている。マスク 13 の中央部にはパターン形成領域 13R が設定されている。パターン形成領域 13R には基板 2 の上面に設けられた電極に対応した多数のパターン孔 13H が設けられている（図 4）。

#### 【0014】

図 1、図 2 及び図 3 において、印刷ヘッド 16 は、印刷ヘッド移動テーブル 31、2 つのスキージ昇降部 32 及び 2 つのスキージ 33 を備えている。印刷ヘッド移動テーブル 31 はマスク 13 の上方領域を X 軸方向に延びており、印刷ヘッド移動部 16K（図 5）は印刷ヘッド移動テーブル 31 を（すなわち印刷ヘッド 16 を）Y 軸方向に移動させる。 30

#### 【0015】

2 つのスキージ昇降部 32 は印刷ヘッド移動テーブル 31 に Y 軸方向に並んで設けられており、それぞれ下方に向けたロッド 32R を印刷ヘッド移動テーブル 31 の下方に突出させている。2 つのスキージ 33 は 2 つのスキージ昇降部 32 それぞれのロッド 32R の下端に取り付けられており、印刷ヘッド移動テーブル 31 の下方に Y 軸方向に並んで配置されている。

#### 【0016】

図 2 及び図 3 において、各スキージ 33 は、スキージベース 41 とブレード 42 とアタック角調整部 41M とを備えている。スキージベース 41 はスキージ昇降部 32 のロッド 32R に取り付けられており、ブレード 42 はスキージベース 41 に X 軸回りに揺動自在に取り付けられている。2 つのブレード 42 は互いに対向する面（ペースト掻寄せ面 42M と称する）が X 軸方向から見て下側に向かって広がる方向に延びている（図 3）。アタック角調整部 41M は、ブレード 42 のペースト掻寄せ面 42M とマスク 13 の上面とがなす角度、すなわちアタック角  $\phi$  を調整する機能を有する。 40

#### 【0017】

撮像ユニット 17 は、上方に撮像光軸を向けたカメラと下方に撮像光軸を向けたカメラとを内蔵しており、上方及び下方のそれぞれに位置する撮像対象物を同時又は非同時に撮 50

像する。撮像ユニット移動部 17 K (図 5) は撮像ユニット 17 をマスク 13 の下方領域で X 軸方向及び Y 軸方向に移動させる。

【0018】

図 2 及び図 3 において、クリーニングユニット 18 はベース体 51、マスククリーニング部 52 及びセンサクリーニング部 53 を備えている。ベース体 51 はマスク 13 の下方領域を X 軸方向に延びており、クリーニングユニット移動部 18 K (図 5) はベース体 51 を (すなわちクリーニングユニット 18 を) Y 軸方向に移動させる。マスククリーニング部 52 はベース体 51 の上方に突出して配置されたペーパー部材から成る。センサクリーニング部 53 はベース体 51 の下方に突出して設けられた吸引機構から成る。

【0019】

基板保持部移動機構 22 は、基板保持部 21 を水平方向に変位させて基板保持部 21 に保持した基板 2 の電極 2D とマスク 13 のパターン孔 13H の位置を一致させるとともに、基板保持部 21 を上昇させてマスク 13 の下面に基板 2 を当接させて位置決めする (図 6)。基板 2 が位置決めされた状態では、マスク 13 のパターン形成領域 13R が基板 2 の上面と対向し、マスク 13 のパターン孔 13H は基板 2 の電極 2D と上下に対向する (図 6)。なお、基板 2 の上面にはシルク印刷 2E によって図形や文字が印刷されており、基板 2 をマスク 13 の下面に接触させても電極 2D とマスク 13 の間にはギャップ GP が存在する場合がある。

【0020】

図 1 及び図 4 において、マスク 13 のパターン形成領域 13R から X 軸方向に外れた位置には検査孔 13K が設けられている。検査孔 13K はマスク 13 の厚さ方向に貫通している。図 2 に示すように、基板保持部 21 の上面のうち、基板 2 を位置決めした状態で検査孔 13K と上下に対向する位置にはセンサマウント部 21M が設けられている。このセンサマウント部 21M の上部には上面に作用した圧力を検出する圧力検出センサ 60 が設けられている (図 1、図 2 及び図 3)。

【0021】

センサマウント部 21M は、昇降テーブル 21a に配置されたセンサマウント昇降機構 21c によって昇降する。搬入コンベア 14 から基板保持部 21 に基板 2 を搬入する場合、センサマウント昇降機構 21c はセンサマウント部 21M を下降させて、センサマウント部 21M や圧力検出センサ 60 を基板 2 の搬送の妨げにならない位置へ移動させる。また、センサマウント昇降機構 21c は、少なくとも基板 2 がマスク 13 に位置決めされたときに、圧力検出センサ 60 の受圧が検査孔 13K の直下に位置するようにセンサマウント部 21M を上昇させる。

【0022】

スキージ昇降部 32 は、基板 2 が位置決めされた状態でスキージ 33 を下降させ、ブレード 42 をマスク 13 の上面に当接させる。また、スキージ昇降部 32 は、スキージ 33 をマスク 13 の上面に押し付ける力 (印圧) を調整する機能を備えている。このとき各ブレード 42 のペースト掻寄せ面 42M はマスク 13 の上面に対して設定された所定の角度 (前述のアタック角  $\phi$ 、図 3) で当接する。

【0023】

図 5 において、スクリーン印刷装置 1 が備える制御装置 70 は、搬入コンベア 14 による基板 2 の搬入動作、基板保持部 21 による基板 2 の保持動作、基板保持部移動機構 22 によるマスク 13 に対する基板 2 の位置決め動作、搬出コンベア 15 による基板 2 の搬出動作の各制御を行う。また、制御装置 70 は、印刷ヘッド移動部 16K による印刷ヘッド 16 の移動動作、スキージ昇降部 32 によるスキージ 33 の昇降動作、アタック角調整部 41M によるブレード 42 のアタック角  $\phi$  の調整動作の各制御を行う。また、制御装置 70 は、撮像ユニット移動部 17K による撮像ユニット 17 の移動動作、撮像ユニット 17 による撮像動作、クリーニングユニット移動部 18K によるクリーニングユニット 18 の移動動作及びクリーニングユニット 18 によるクリーニング動作の各制御を行う。

【0024】

10

20

30

40

50

図5において、圧力検出センサ60は制御装置70に接続されており、圧力検出センサ60が検出する圧力は制御装置70に入力される。制御装置70には、入出力装置としてのタッチパネル71が接続されている。タッチパネル71は、作業者OPが制御装置70に所要の入力を行う入力装置として機能するほか、制御装置70がスクリーン印刷装置1の状態を作業者OPに表示したり作業者OPに作業指示を与えたりする表示モニタとして機能する。

#### 【0025】

図5において、制御装置70は、緒元データ記憶部70a、印刷条件記憶部70b及び印刷制御部70cを備えている。緒元データ記憶部70aは、スクリーン印刷の対象となる基板2やそれに使用するマスク13に関する情報（以下、マスク・基板データと呼ぶ）を記憶する。緒元データ記憶部70aは、マスク・基板データとして、少なくとも、パターン孔最大寸法、パターン孔最小面積、マスク厚及びギャップGPのデータを記憶している。これらのデータはスクリーン印刷の作業前に緒元データ記憶部70aに記憶されている。

#### 【0026】

緒元データ記憶部70aが記憶するパターン孔最大寸法とは、マスク13が備える全てのパターン孔13Hのスキージ33の移動方向における寸法（図7中に示す寸法DH）のうちの最大値のことである。パターン孔最小面積とは、マスク13が備える全てのパターン孔13Hそれぞれの開口面積SH（図7中に斜線で示す領域の面積）のうちの最小値のことである。マスク厚とは、図6に示す、マスク13の厚さ方向の寸法THのことである。ギャップGPとは、前述したように、基板2をマスク13に対して位置決めしたときの電極2Dとマスク13の上下方向間隔のことである（図6）。

#### 【0027】

印刷条件記憶部70bは、スクリーン印刷装置1が印刷動作を行うために必要な印刷条件を記憶している。印刷条件記憶部70bに記憶されている印刷条件には、スキージ33に関する印刷条件と基板保持部移動機構22に関する印刷条件と、クリーニングユニット18の動作に関する印刷条件が含まれる。スキージ33に関する印刷条件としては、印圧、アタック角φ、移動速度（スキージ速度）が含まれている。

#### 【0028】

基板保持部移動機構22に関する印刷条件としては、マスク13から基板2を引き離す動作（版離れ動作）に関する情報、例えば基板2の下降速度を含んでいる。クリーニングユニット18の動作に関する印刷条件としては、マスク13のクリーニングの頻度に関する情報が含まれる。これらの印刷条件の中でもスキージ33に関する印刷条件は、使用するペーストの影響を受け易い。このためスクリーン印刷装置1の印刷動作によってペーストの状態が変化して印刷不良が発生する場合はスキージ33に関する印刷条件の調整が必要になる。

#### 【0029】

作業者は、スキージ33に関する印刷条件の設定入力、すなわちアタック角φを設定する入力とスキージ速度を設定する入力を、タッチパネル71から行うことができる。作業者がアタック角φとスキージ速度を設定する入力を行うと、その入力した値が印刷条件記憶部70bに記憶される。

#### 【0030】

印刷制御部70cは、印刷条件記憶部70bに記憶された印刷条件に基づいて、基板2にペーストを印刷する一連の印刷動作を制御する。このとき印刷制御部70cは、スキージ33のアタック角φが印刷条件記憶部70bに記憶された角度となるようにアタック角調整部41Mを作動させ、スキージ33の移動速度が印刷条件記憶部70bに記憶された速度となるように印刷ヘッド移動部16Kを作動させる。また、印刷制御部70cは、版離れ動作における基板2の下降速度が印刷条件記憶部70bに記憶された速度となるように基板保持部移動機構22を動作させる。

#### 【0031】

10

20

30

40

50

スクリーン印刷装置 1 が行う印刷動作では、先ず、外部から投入された基板 2 を搬入コンベア 1 4 が受け取って基板保持部 2 1 に受け渡し、基板保持部 2 1 は一對のクランプ部材 2 1 A によって基板 2 をクランプして保持する。基板保持部 2 1 が基板 2 を保持したら、撮像ユニット 1 7 が基板 2 若しくは基板 2 とマスク 1 3 の双方を撮像する。制御装置 7 0 は撮像ユニット 1 7 が撮像した画像を認識してマスク 1 3 と基板 2 の位置ずれ（相対的な位置関係）を求めたら、その結果に基づいて基板保持部移動機構 2 2 が作動し、基板 2 をマスク 1 3 に下方から近接させて位置決めする。この位置決め動作は、具体的には、基板保持部移動機構 2 2 が、基板 2 を保持した基板保持部 2 1 を X Y テーブル 2 2 A によって水平面内方向に移動させ、θ テーブル 2 2 B によって水平面内で回転させ、基板昇降機構 2 2 C によって昇降させることによって行う。

10

#### 【0032】

基板保持部移動機構 2 2 が基板 2 を位置決めしたら、スキージ昇降部 3 2 はスキージ 3 3 を下降させてブレード 4 2 をマスク 1 3 の上面に当接させ、印刷条件に設定されている印圧でブレード 4 2 をマスク 1 3 に押し付ける。そして、印刷ヘッド移動部 1 6 K が印刷ヘッド 1 6 を水平方向（Y 軸方向）に印刷条件に設定されている移動速度で移動させて、ブレード 4 2 のペースト掻寄せ面 4 2 M でペースト P s t を掻寄せる。このときスキージ 3 3 はマスク 1 3 のパターン形成領域 1 3 R を通過（移動）し、パターン孔 1 3 H にペースト P s t を充填する（図 8）。また、パターン孔 1 3 H 内へのペースト P s t の充填時に、スキージ 3 3 は、その通路上に位置する検査孔 1 3 K にもペースト P s t を充填する（図 9）。

20

#### 【0033】

スキージ 3 3 がマスク 1 3 上を移動してパターン孔 1 3 H にペースト P s t が充填されたら、基板保持部移動機構 2 2 が作動して基板 2 を印刷条件に設定されている下降速度で下降させ、マスク 1 3 から基板 2 を離間（版離れ）させる。これにより基板 2 へのペースト P s t の印刷が終了する。基板 2 へのペースト P s t の印刷が終了したら、基板保持部 2 1 は、ペースト P s t の印刷が終了した基板 2 を搬出コンベア 1 5 に受け渡し、搬出コンベア 1 5 は基板保持部 2 1 から受け取った基板 2 を外部に搬出する。

#### 【0034】

搬出コンベア 1 5 が基板 2 を外部に搬出したら、クリーニングユニット移動部 1 8 K は、クリーニングユニット 1 8 を Y 軸方向に移動させる。この際、マスククリーニング部 5 2 をマスク 1 3 の下面に当接させてマスク 1 3 に対して摺擦させることにより、マスク 1 3 の下面に付着したペースト P s t を拭き取ってクリーニングする（図 10 A → 図 10 B → 図 10 C）。なお、クリーニングユニット 1 8 によるマスク 1 3 のクリーニングは、印刷条件に設定されている頻度（印刷動作が完了したら毎回行う、或いは所定回数の印刷動作が完了したら行う）に基づいて実行する。

30

#### 【0035】

クリーニングユニット 1 8 は、上記のマスク 1 3 のクリーニングの終了後、センサクリーニング部 5 3 で圧力検出センサ 6 0 のクリーニングを実行する。センサクリーニング部 5 3 は吸引動作と拭取り動作により検査孔 1 3 K を通じて圧力検出センサ 6 0 に付着したペースト P s t を除去する（図 10 B）。このようにしてマスク 1 3 及び圧力検出センサ 6 0 のクリーニングが終了したら、次の基板 2 にペースト P s t を印刷できる状態となる。

40

#### 【0036】

図 5 において、制御装置 7 0 は、計測部 7 0 d、判定基準設定部 7 0 e 及び計測結果表示部 7 0 f を備えている。計測部 7 0 d は圧力検出センサ 6 0 から出力される電圧を圧力波形として取得するとともに、圧力波形から充填時間と充填圧力を求める。

#### 【0037】

図 11 は、計測部 7 0 d が取得した圧力波形の一例を示している。図中、P t は検査孔 1 3 K へのペースト P s t の充填開始と終了を判定するための閾値である。計測部 7 0 d は、検査孔 1 3 K にペースト P s t が充填されて圧力が閾値 P t を超えると充填開始と判断し、スキージ 3 3 が検査孔 1 3 K を通過して圧力が閾値 P t を下回ると充填完了と判断

50

する。そして、計測部 70 d は充填開始から充填完了までの時間を充填時間として検出する。更に、計測部 70 d は、圧力のピーク値を充填圧力として検出する。充填圧力は印圧やアタック角  $\phi$  の影響を受け易く、印圧が高いほど、又はアタック角  $\phi$  が小さいときほど高くなる。一方、充填時間はスキージ速度で変化し、スキージ速度が遅いほど長くなる傾向にある。

#### 【0038】

判定基準設定部 70 e は、計測部 70 d で計測された充填圧力及び充填時間がそれぞれ適正範囲にあるか否かを判定するための判定基準を設定する。この判定基準を満たしていれば、印刷条件記憶部 70 b に設定されている印刷条件は適切なものとして取り扱われる。言い換えれば、判定基準設定部 70 e は、印刷条件の適否を判断するための判定基準を充填圧力と充填時間で設定する。図 12 にその判定基準を示す。

10

#### 【0039】

図 12 は縦軸に充填圧力、横軸に充填時間をとった二次元のグラフを示している。充填圧力の下限值  $P_1$  (下限圧力)、上限値  $P_2$  (上限圧力) 及び充填時間の下限值  $T_1$  (下限時間)、上限値  $T_2$  (上限時間) で囲まれた斜線で示す矩形の領域が合格範囲 (判定基準を満たす範囲)  $GR$  である。

#### 【0040】

スクリーン印刷において印刷不良の大半を占めるのが「かすれ」と「にじみ」である。かすれは、十分な量のペースト  $Pst$  が基板 2 に印刷されない不良であり、その主要因はパターン孔 13 H へのペースト  $Pst$  の充填不足である。充填不足は充填圧力が不足している場合や充填時間が短い場合に発生し易いことが知られている。一方、にじみはペースト  $Pst$  が基板 2 に過剰に印刷される現象であり、パターン孔 13 H からマスク 13 の裏面へはみ出したペースト  $Pst$  が基板 2 に転写されることで発生する。マスク 13 の裏面へのペースト  $Pst$  のはみ出しは、充填圧力が大き過ぎる場合や充填時間が長過ぎる場合に発生することが知られている。このような知見に基づき、合格範囲  $GR$  を定める充填圧力の下限值  $P_1$  と上限値  $P_2$  及び充填時間の下限值  $T_1$  と上限値  $T_2$  は設定されている。

20

#### 【0041】

なお、合格範囲  $GR$  は、パターン孔 13 H の寸法、面積、マスク 13 の厚さやギャップ  $GP$  によって変化する。例えば、小さなパターン孔 13 H に対しては大きなパターン孔 13 H に必要とされる充填圧力よりも高い充填圧力が必要である。また、ギャップ  $GP$  が大きな基板 2 では、充填圧力を低くしてにじみの発生を抑える必要がある。マスク・基板データに含まれるパターン孔 13 H の寸法、面積、マスク 13 の厚さやギャップ  $GP$  の組み合わせは無数に存在する。本実施の形態の判定基準設定部 70 e は、過去の実験やスクリーン印刷で得た様々なマスク・基板データで印刷結果を取得し、これを機械学習させた学習モデルによって合格範囲  $GR$  を示す充填圧力の下限值  $P_1$  及び上限値  $P_2$  と、充填時間の下限值  $T_1$  及び上限値  $T_2$  を設定する。

30

#### 【0042】

計測結果表示部 70 f は、計測部 70 d が計測した充填圧力と充填時間を、タッチパネル 71 が表示する判定基準とともに可視的に表示する。表示の一例としては図 13 A、図 13 B に示すように、縦軸に充填圧力、横軸に充填時間をとった二次元のグラフ上に合格範囲  $GR$  を示す矩形枠と計測によって得られた充填圧力と充填時間の交点 (図 13 A に示す点  $Q_1$  及び図 13 B に示す点  $Q_2$ ) を表示する。

40

#### 【0043】

次に上記構成のスクリーン印刷装置 1 のスキージ 33 に関する印刷条件の適否確認手順について説明する。事前準備として、作業員  $OP$  は、スクリーン印刷装置 1 にスクリーン印刷で使用するマスク 13 と基板 2 をセットする。基板 2 はダミーを使用してもよい。次に、作業員  $OP$  は、タッチパネル 71 を操作して緒元データ記憶部 70 a と印刷条件記憶部 70 b にマスク・基板データ及び適否確認の対象となる印刷条件 (仮の印刷条件) を登録する。緒元データ記憶部 70 a にマスク・基板データが登録されると、判定基準設定部 70 e は、合格範囲  $GR$  を示す充填圧力の下限值  $P_1$  及び上限値  $P_2$  と充填時間の下限值

50

T 1 及び上限値 T 2 を設定する。

【 0 0 4 4 】

次に、作業者 O P は、タッチパネル 7 1 を操作してスクリーン印刷装置 1 にスクリーン印刷を実行させ、計測部 7 0 d による充填圧力の計測と計測結果表示部 7 0 f による計測結果の表示を実行させる。

【 0 0 4 5 】

作業者 O P は、タッチパネル 7 1 に表示された計測結果を確認することで、充填圧力と充填時間が合格範囲 G R 内にあるか、すなわち判定基準を満たすか否かを判定する。そして、作業者 O P は、判定基準を満たしていると判定したら仮の印刷条件は適切であると判断し、その印刷条件を生産用の印刷条件としてスクリーン印刷装置 1 にスクリーン印刷を実行させる。一方、作業者 O P は、判定基準を満たしていないと判定したら、仮の印刷条件は不適切であると判断し、タッチパネル 7 1 を操作して印刷条件を修正する。図 1 3 B では、充填時間が下限値 T 1 よりも短い。従って、印刷条件のひとつであるスキージ 3 3 の移動速度を仮の設定よりも遅くする。作業者 O P は、印刷条件の修正を行ったら、修正後の印刷条件の適否の確認を上述した手順で実行し、印刷条件が適切と判断されるまで繰り返す。これにより印刷条件記憶部 7 0 b には生産用の印刷条件が設定される。

【 0 0 4 6 】

(第 2 実施形態)

第 2 実施形態におけるスクリーン印刷装置 1 が第 1 実施形態におけるスクリーン印刷装置 1 と異なるところは、印刷条件を自動的に修正して設定する機能を有する点である。具体的には、図 1 4 に示すように、制御装置 7 0 の印刷条件設定部 7 0 g を備えるところのみである。次に、図 1 5 に示すフローチャートに従って印刷条件の設定方法について説明する。第 1 実施形態の場合と同様、事前に緒元データ記憶部 7 0 a にはマスク・基板データが、印刷条件記憶部 7 0 b には印刷条件が登録されている。なお、現時点の印刷条件は仮の値、すなわち仮の印刷条件である。

【 0 0 4 7 】

作業者 O P は、タッチパネル 7 1 を操作して制御装置 7 0 に図 1 5 に示すフローチャートの処理を開始させる。印刷制御部 7 0 c は印刷条件記憶部 7 0 b に記憶されている印刷条件を読み取る（ステップ S T 1）。ここで、アタック角  $\phi$  を変更する必要があるれば、アタック角調整部 4 1 M によるアタック角  $\phi$  の調整が行われる。

【 0 0 4 8 】

次に、印刷制御部 7 0 c はステップ S T 1 で読み取った印刷条件で基板 2 にペースト P s t を印刷する印刷動作を開始する（ステップ S T 2）。この間、計測部 7 0 d による圧力波形を検出する計測工程が実行される（ステップ S T 3）。

【 0 0 4 9 】

印刷動作が完了すると（ステップ S T 4）、次に、計測部 7 0 d は圧力波形から充填圧力と充填時間を求める（ステップ S T 5）。そして、計測結果表示部 7 0 f は、計測結果を判定基準（合格範囲 G R）とともにタッチパネル 7 1 に表示する（ステップ S T 6）。

【 0 0 5 0 】

次いで、印刷条件設定部 7 0 g は、計測工程で計測した充填圧力と充填時間が判定基準を満たしているか判断する（ステップ S T 7）。具体的には、充填圧力が下限値 P 1 と上限値 P 2 の間の範囲内であり、かつ、充填時間が下限値 T 1 と上限値 T 2 の間の範囲内であれば合格と判断する。そして、印刷条件設定部 7 0 g は、仮の印刷条件として印刷条件記憶部 7 0 b に記憶されていた印刷条件を生産用の印刷条件として設定する。一方、不合格と判断した場合、印刷条件設定部 7 0 g は印刷条件を修正する修正工程を実行する（ステップ S T 8）。そして、再びステップ S T 1 の処理へ戻って、修正後の印刷条件についての適否判断と修正が行われる。

【 0 0 5 1 】

ここで、修正工程について説明する。充填時間はスキージ速度に依存する。このため、計測された充填時間は下限値 T 1 を下回る場合はスキージ速度を遅くする修正を行う。逆

10

20

30

40

50

に、充填時間の上限値  $T_2$  を上回る場合はスキージ速度を早くする修正を行う。充填圧力は印圧やアタック角  $\phi$  の影響を受け易く、印圧が高いほど、又はアタック角  $\phi$  が小さいほど高くなる。計測された充填圧力が下限値  $P_1$  を下回る場合は印圧を大きくする修正又はアタック角  $\phi$  を小さくする修正を行う。逆に、充填圧力が上限値  $P_2$  を上回る場合は印圧を下げる修正又はアタック角  $\phi$  を大きくする修正を行う。印圧とアタック角  $\phi$  の修正は併用してもよい。このように印刷条件の修正は印刷条件設定部 70g によって自動的に行われ、印刷条件記憶部 70b に上書きされる。

#### 【0052】

第2実施形態では、印刷条件の設定が自動で行われる。通常、印刷条件の設定は基板生産を開始する前の準備段階に行うが、基板生産中に適宜実行してもよい。ペースト  $Pst$  の中でもクリーム半田は基板生産中に粘度やチキソの変化が大きく、基板生産前に設定した最適な印刷条件であってもクリーム半田の変化に伴い印刷不良が発生する場合がある。このため、基板生産中も定期的に印刷条件が判定基準を満たした状態が維持されているかどうかを確認し、維持されていないときには印刷条件が判定基準を満たすように、自己補正するように実行される。

#### 【0053】

この場合、基板生産時にスキージ 33 がマスク 13 上を移動する際（パターン孔 13H にペースト  $Pst$  を充填する際）、検査孔 13K に充填されるペースト  $Pst$  を介して圧力検出センサ 60 により充填圧力を検出することによって、ステップ  $ST_3$  の計測工程を実行する。このように、基板生産中に印刷条件を設定することで、スクリーン印刷装置 1 の印刷条件は常に適正な値となり、生産される基板 2（スクリーン印刷がなされた基板 2）の良品率を向上させることができる。

#### 【0054】

以上説明したように、上述したスクリーン印刷装置 1 における印刷結果の表示方法及びスクリーン印刷方法では、記憶部（印刷条件記憶部 70b）から読み取った仮の印刷条件でスキージ 33 をマスク 13 に対して移動させてマスク 13 に設けられた検査孔 13K にペースト  $Pst$  を充填し、その充填の際に計測した圧力波形より充填圧力と充填時間を検出する。そして、検出した充填圧力と充填時間が判定基準を満たすか否かを判定し、満たしている場合は仮の印刷条件を生産用の印刷条件として設定し、満たしていない場合は印刷条件を自動的に修正するようにしている。そして、修正した印刷条件の下で検出された充填圧力と充填時間が判定基準を満たすまで印刷条件の修正を繰り返す。これにより、作業員  $OP$  個人の経験によらず自動的に印刷条件の設定を行うことができる。

#### 【0055】

これまで本発明の実施の形態 1, 2 について説明してきたが、本発明は上述したものに限定されない。例えば、上述の実施の形態では、検査孔 13K はマスク 13 のパターン形成領域 13R から  $X$  軸方向に外れた位置、すなわちスキージ 33 がパターン孔 13H にペースト  $Pst$  を充填するときのスキージ 33 の通路上に設けられていたが、これは一例であり、マスク 13 上の検査孔 13K の位置は限定されない。よって、例えば、印刷可能位置に位置した基板 2 の両側をクランプしている 2 つのクランプ部材 21A の一方と対向するマスク 13 上の位置に設けられていてもよい。また、パターン孔 13H の形状は矩形（正方形）であったが、円等であってもよい。

#### 【0056】

上述の実施の形態 1, 2 では、検査孔 13K に充填されたペースト  $Pst$  は圧力検出センサ 60 に直接接触する構成となっていたが、図 16 の変形例に示すように、マスク 13 の下面に、検査孔 13K の下端側を閉止しつつも検査孔 13K に充填されたペースト  $Pst$  に与えられる圧力を圧力検出センサ 60 によって検出できるような材質の（例えばフィルム状の）閉止部材 13F を取り付けおくこともできる。このようにすれば、圧力検出センサ 60 にペースト  $Pst$  が付着しないので、クリーニングユニット 18 がセンサクリーニング部 53 を備える必要がなくなる。

#### 【産業上の利用可能性】

## 【0057】

印刷条件の設定を経験によらず簡易に行うことができるスクリーン印刷装置における印刷結果の表示方法及びスクリーン印刷方法を提供する。

## 【符号の説明】

## 【0058】

1 スクリーン印刷装置

2 基板

13 マスク

13H パターン孔

13K 検査孔

33 スキージ

70b 印刷条件記憶部（記憶手段）

Pst ペースト

10

20

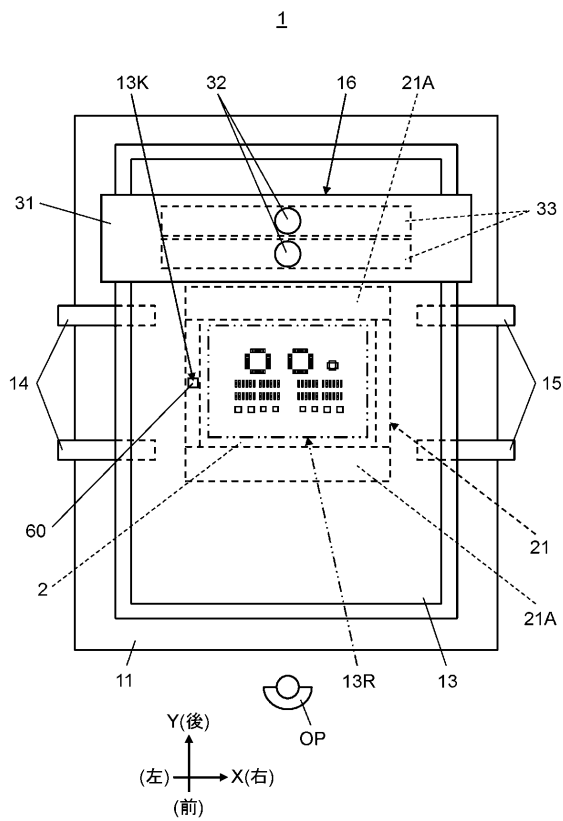
30

40

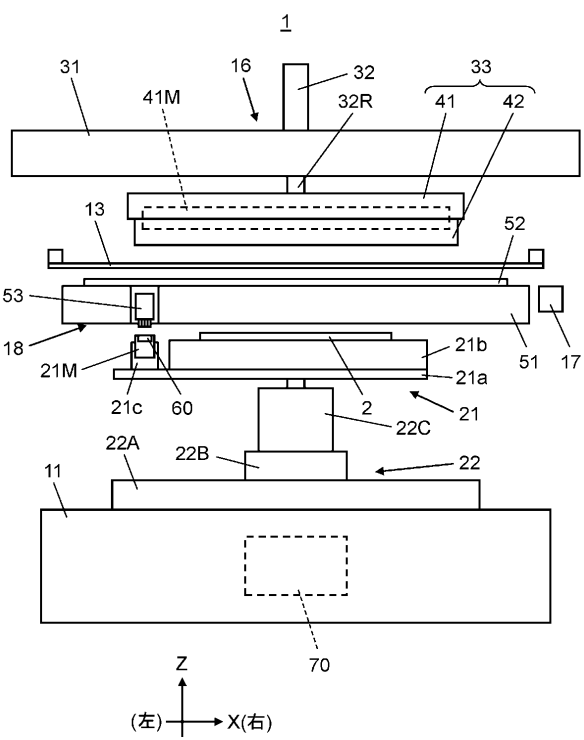
50

【図面】

【図 1】



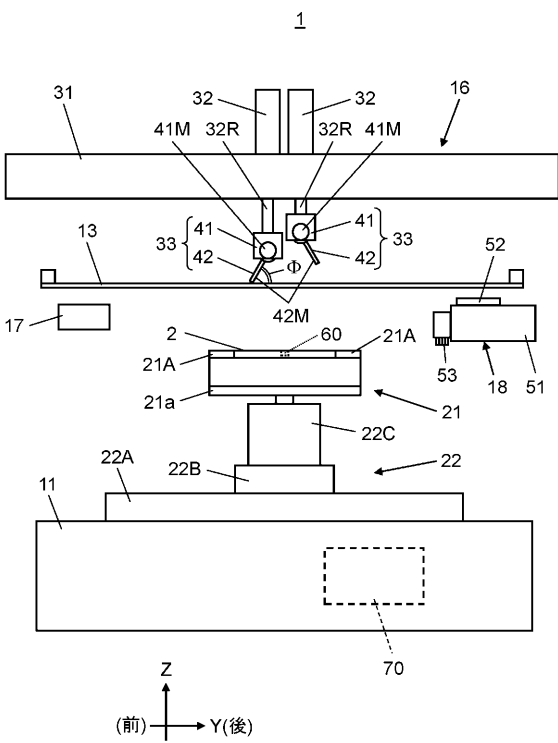
【図 2】



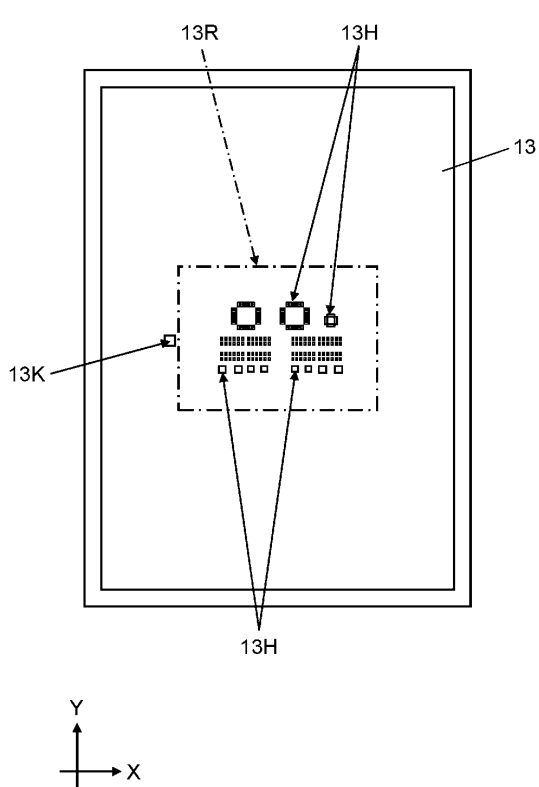
10

20

【図 3】



【図 4】

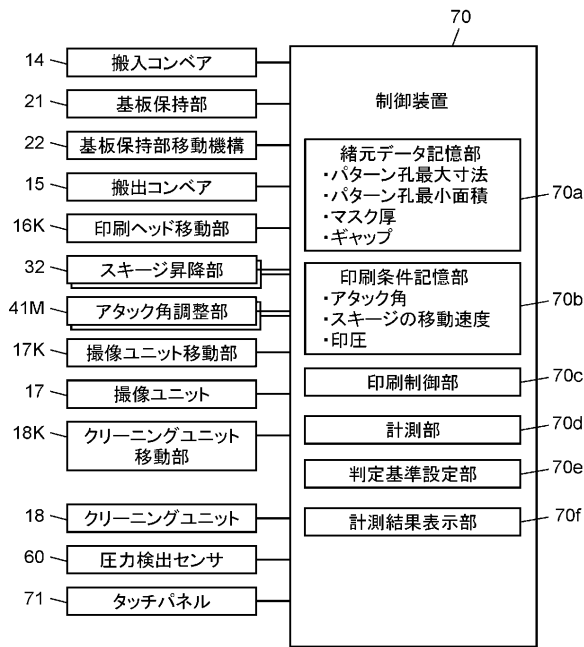


30

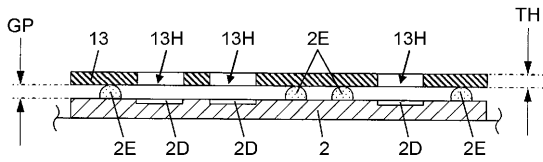
40

50

【図 5】



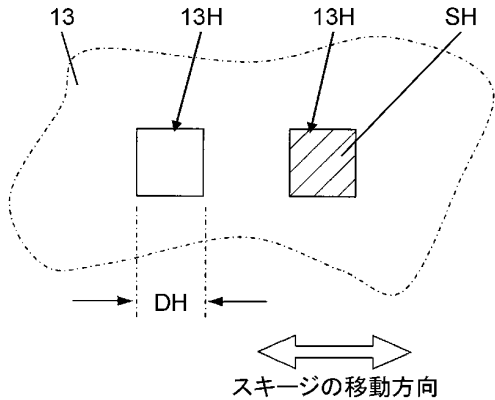
【図 6】



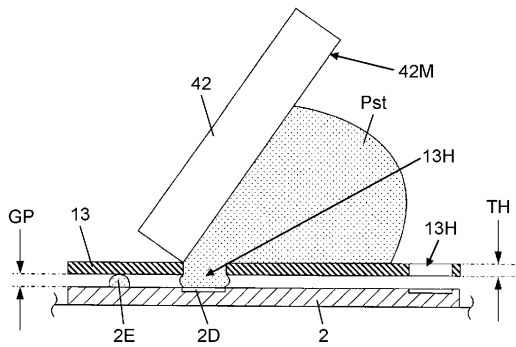
10

20

【図 7】



【図 8】

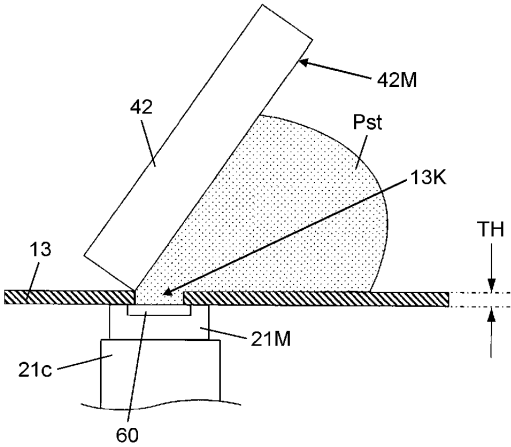


30

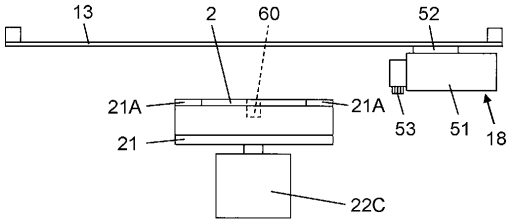
40

50

【図 9】

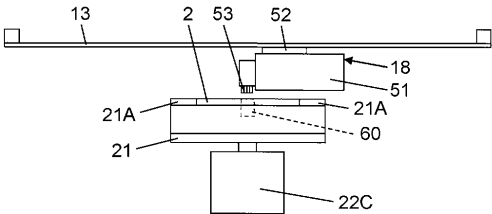


【図 10 A】

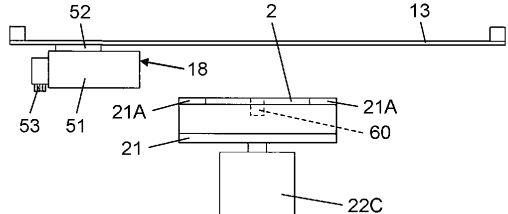


10

【図 10 B】



【図 10 C】



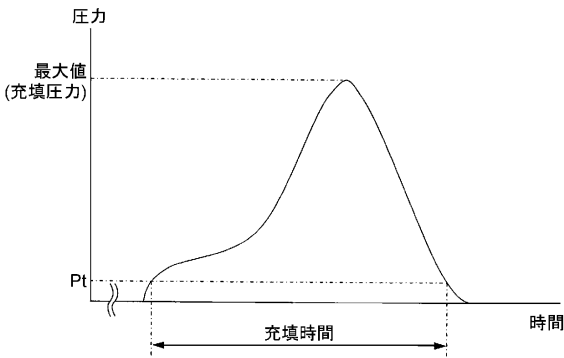
20

30

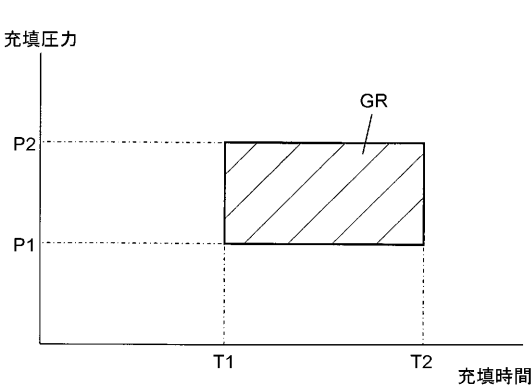
40

50

【図 1 1】

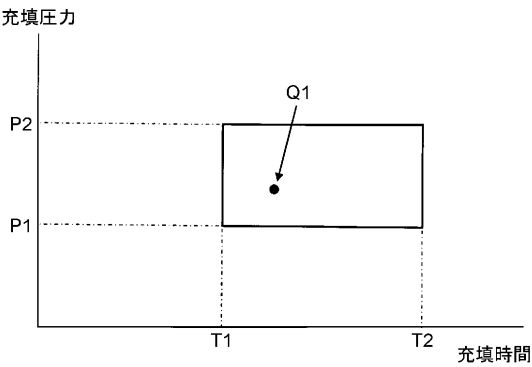


【図 1 2】

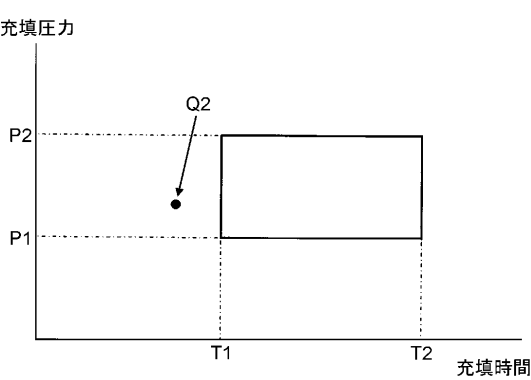


10

【図 1 3 A】



【図 1 3 B】



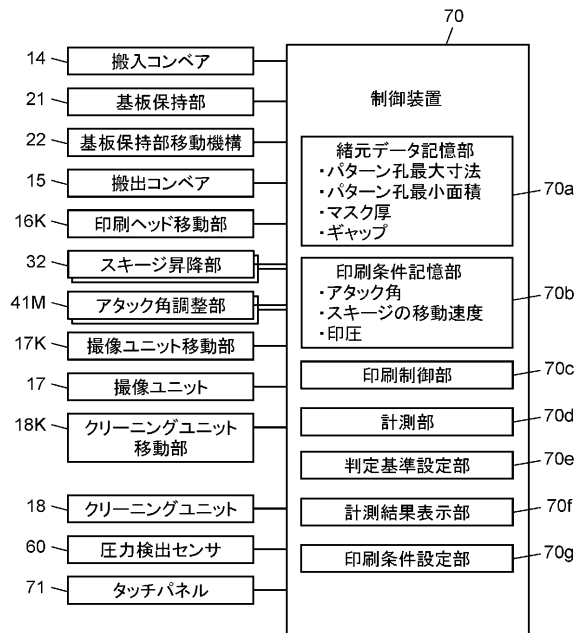
20

30

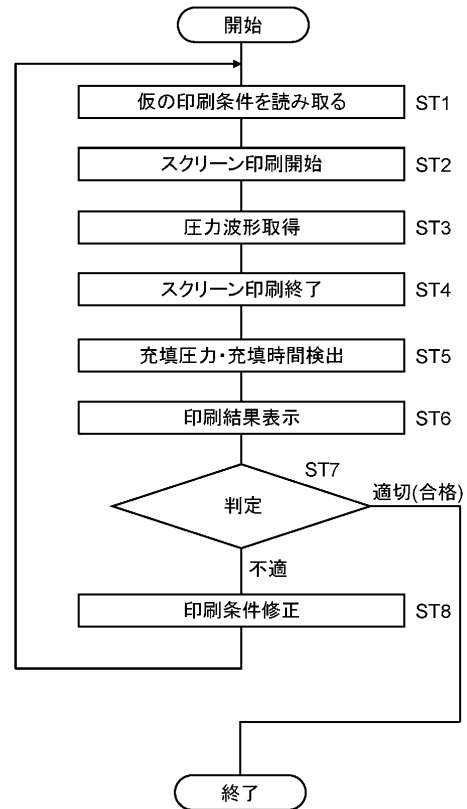
40

50

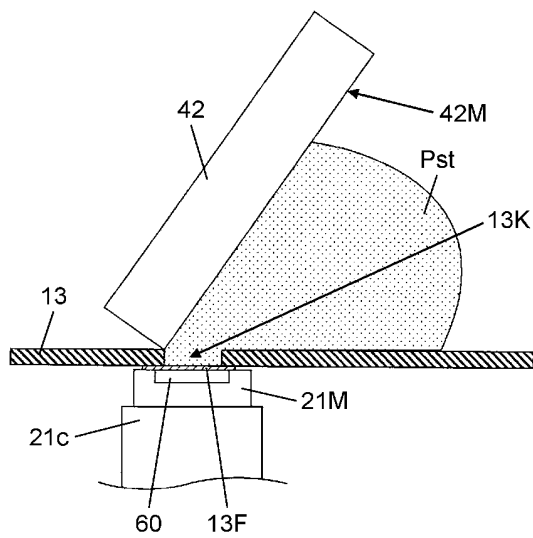
【図 14】



【図 15】



【図 16】



## フロントページの続き

- ンズ株式会社内  
(72)発明者 豊田 奨  
大阪府門真市松葉町2番7号 パナソニックスマートファクトリーソリューションズ株式会社内  
審査官 亀田 宏之  
(56)参考文献 特開2001-71455 (JP, A)  
特開2002-36497 (JP, A)  
特開2001-30463 (JP, A)  
特開平11-348233 (JP, A)  
欧州特許出願公開第2881256 (EP, A1)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
B41F 15/40  
B41M 1/12  
B41F 15/08