

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7038679号

(P7038679)

(45)発行日 令和4年3月18日(2022.3.18)

(24)登録日 令和4年3月10日(2022.3.10)

(51)国際特許分類

F I

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C

59/02

B

A 6 1 M 37/00 (2006.01)

A 6 1 M

37/00

5 0 5

B 2 9 C 33/38 (2006.01)

B 2 9 C

33/38

請求項の数 16 (全27頁)

(21)出願番号	特願2019-39492(P2019-39492)	(73)特許権者	306037311
(22)出願日	平成31年3月5日(2019.3.5)		富士フイルム株式会社
(65)公開番号	特開2020-142415(P2020-142415 A)	(74)代理人	100083116
(43)公開日	令和2年9月10日(2020.9.10)		弁理士 松浦 憲三
審査請求日	令和3年1月15日(2021.1.15)	(74)代理人	100170069
			弁理士 大原 一樹
		(74)代理人	100128635
			弁理士 松村 潔
		(74)代理人	100140992
			弁理士 松浦 憲政
		(72)発明者	望月 彩
			神奈川県足柄上郡開成町牛島577番地
			富士フイルム株式会社内
		(72)発明者	茶井 聡
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱可塑性樹脂原版の作製方法、金型の作製方法、モールドの作製方法及びパターンシートの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

凹状パターンを有するモールドの作製に用いられる熱可塑性樹脂原版の作製方法であって、複数の突起部で構成される突起状パターンが配置された台を有する原版を準備する原版準備工程と、

平坦面に、底面と壁面とを有する凹段差部が形成された熱可塑性樹脂板であって、前記凹段差部は前記突起状パターン及び前記台の体積の合計と同等以下の容積を有する熱可塑性樹脂板を準備する樹脂板準備工程と、

前記原版と前記熱可塑性樹脂板とを相対移動させて、前記原版の突起状パターンと前記凹段差部の中心位置とを位置決めする位置決め工程と、加熱した前記原版の突起状パターン及び前記台を、前記凹段差部の底面及び壁面に押圧することで、前記凹段差部に前記台及び前記突起状パターンの反転形状を転写した後、前記原版を冷却し、前記原版と前記熱可塑性樹脂板とを分離することにより、前記突起状パターンの反転形状の凹状パターンを前記熱可塑性樹脂板に形成する凹状パターン形成工程と、を含む熱可塑性樹脂原版を作製する樹脂原版作製工程と、

を含む、熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項2】

前記原版は、前記台の前記突起状パターンが配置された面と反対側に、平面視において、前記台より広い面積を有する基板を備え、

前記凹状パターン形成工程により、前記台を前記凹段差部の底面に押圧することで押し退

けられた樹脂が、前記平坦面と前記基板との隙間に広がる請求項 1 に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 3】

凹状パターンを有するモールドの作製に用いられる熱可塑性樹脂原版の作製方法であって、複数の突起部で構成される突起状パターンが配置された台を有する原版を準備する原版準備工程と、

平坦面に、底面と壁面とを有する凹段差部が形成された熱可塑性樹脂板であって、前記凹段差部は前記突起状パターン及び前記台の体積の合計と同等以下の容積を有する熱可塑性樹脂板を準備する樹脂板準備工程と、

前記原版と前記熱可塑性樹脂板とを相対移動させて、前記原版の突起状パターンと前記凹段差部の中心位置とを位置決めする位置決め工程と、加熱した前記原版の突起状パターン及び前記台を、前記凹段差部の底面に押圧した後、前記原版を冷却し、前記原版と前記熱可塑性樹脂板とを分離することにより、前記突起状パターンの反転形状の凹状パターンを前記熱可塑性樹脂板に形成する凹状パターン形成工程と、を含む熱可塑性樹脂原版を作製する樹脂原版作製工程と、

を含み、

前記原版は、前記台の前記突起状パターンが配置された面と反対側に、平面視において、前記台より広い面積を有する基板を備え、

前記凹状パターン形成工程により、前記台を前記凹段差部の底面に押圧することで押し退けられた樹脂が、前記平坦面と前記基板との隙間に広がる、熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 4】

前記熱可塑性樹脂原版の前記平坦面上に形成された凸部の表面は、前記熱可塑性樹脂原版の凹段差部の壁面から連続しており、且つ、前記凸部の側面であって、凹段差部と反対側の側面は、前記平坦面から前記凸部の表面に向かって広がる逆テーパ構造である請求項 2 又は 3 に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 5】

前記台の側面と前記基板とが接するエッジ部に、前記台の側面に沿って前記基板を貫通する貫通孔を有する請求項 2 から 4 のいずれか 1 項に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 6】

平面視において、前記凹段差部の底面は前記台の突起状パターンが配置された面と同じ形状であり、かつ、前記凹段差部の底面の面積は前記台の突起状パターンが配置された面の面積以下である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 7】

前記凹段差部は複数で構成され、

前記樹脂原版作製工程では、前記位置決め工程と前記凹状パターン形成工程とを繰り返すことにより熱可塑性樹脂原版を作製する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 8】

前記位置決め工程において、前記原版の位置ずれ量を算出し、かつ前記熱可塑性樹脂板の凹段差部の中心位置を算出し、算出された結果に基づいて前記熱可塑性樹脂板と前記原版とを相対移動させることを含む請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 9】

前記原版の突起部は、前記原版の台から離間する方向に、錐台部と先細りとなる針部とを有する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法。

【請求項 10】

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の熱可塑性樹脂原版の作製方法により作製された熱可塑性樹脂原版を用いて、電鍍処理により、突起状パターンが配置された凸段差部を含む金型を作製する金型作製工程を含む、金型の作製方法。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 1 0 に記載の金型の作製方法に作製された金型を用いて、前記金型の凸段差部及び前記金型の突起状パターンの反転形状のモールドを作製するモールド作製工程を含む、モールドの作製方法。

【請求項 1 2】

前記モールドがシリコン樹脂で構成される請求項 1 1 に記載のモールドの作製方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 に記載のモールドの作製方法により凹段差部に凹状パターンを有するモールドを作製する工程と、

前記モールドの凹段差部に液状の材料を供給し、前記液状の材料を前記モールドの凹状パターンに充填する工程と、

前記液状の材料を固化することにより、突起状パターンを有するパターンシートにする工程と、

前記パターンシートを前記モールドから離型する離型工程と、

を含むパターンシートの製造方法。

【請求項 1 4】

前記パターンシートがマイクロニードルアレイである請求項 1 3 に記載のパターンシートの製造方法。

【請求項 1 5】

前記液状の材料が、ポリマー溶解液である請求項 1 3 又は 1 4 に記載のパターンシートの製造方法。

【請求項 1 6】

前記ポリマー溶解液が水溶性材料を含む請求項 1 5 に記載のパターンシートの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法及びパターンシートの製造方法に係り、特に、形状転写によりパターンシートを製造するためのモールドの作製方法及びこのモールドを用いたパターンシートの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、痛みを伴わずにインシュリン (Insulin) 及びワクチン (Vaccines) 及び hGH (human Growth Hormone) などの薬剤を皮膚内に投与可能な新規剤型として、マイクロニードルアレイ (Micro-Needle Array) が知られている。マイクロニードルアレイは、薬剤を含み、生分解性のあるマイクロニードル (微細針、又は、微小針ともいう) をアレイ状に配列したものである。このマイクロニードルアレイを皮膚に貼付することにより、各マイクロニードルが皮膚に突き刺さり、これらマイクロニードルが皮膚内で吸収され、各マイクロニードル中に含まれた薬剤を皮膚内に投与することができる。マイクロニードルアレイは経皮吸収シートとも呼ばれる。

【0003】

上述のようなマイクロニードルアレイのような微細な突起状パターンを有する成形品を作製するため、微細な突起状パターンを有する原版から樹脂性の反転形状のモールドを形成し、このモールドから成形品を作製することが行われている。このような微細なパターンを有する成形品の生産性を向上させることが求められており、種々の提案がなされている。

【0004】

例えば、下記の特許文献 1 には、微細突起パターンを有する原版を熱可塑性樹脂板に押圧して突起状パターンを転写することで、反転パターンを有する熱可塑性樹脂原版を製作し、さらに熱可塑性樹脂原版から突起状パターンを有する電鍍金型を製作し、さらに電鍍金型から反転パターンを有するモールドを製作することが記載されている。特許文献 2 には、パターンシートを形成する際に、パターンシートを構成する樹脂溶液が、モールドの外に流れる、目的の場所を超えて流動することを防止するために、段差が設けられたモールド

10

20

30

40

50

ド、及び、モールドに段差を形成するための原版が記載されている。

【 0 0 0 5 】

また、特許文献 3 には、加熱された突起状パターンを有する原版を、窪みの形成された熱可塑性樹脂シートに押圧することにより凹状パターンを有する熱可塑性樹脂シートを作製し、電鍍金型からパターンシートを製造するための、凹状パターンを有するモールドを製造することが記載されている。特許文献 4 には、原版の内側から外側に向けて厚みが徐々に増加する傾斜部を有する原版を用いてモールドを作製し、突起部の押し込み合計体積に相当する体積分の盛り上がり部を逆テーパ形状に形成することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 6 】

【文献】特開 2 0 1 1 - 0 8 3 9 9 3 号公報

特開 2 0 1 5 - 2 3 1 4 7 6 号公報

国際公開第 2 0 1 7 / 0 5 6 8 9 4 号公報

特開 2 0 1 7 - 2 0 2 2 4 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、特許文献 1 から 3 に記載の方法は、型の平面を熱可塑性樹脂板に押し当てながら型のパターンを熱可塑性樹脂板に転写するため、パターン面内において、型のパターン体積相当の樹脂が盛り上がる。その樹脂の盛り上がりの端部に急勾配の段差が付き、その後の電鍍金型作製、モールド成形に悪影響を及ぼすという問題があった。さらに、熱可塑性樹脂原版の反転パターン周辺に凹段差を設ける場合、樹脂の盛り上がりの端部と凹段差の間に隙間ができ、この隙間も電鍍金型作製、モールド成形に、より大きな悪影響を及ぼす懸念があった。

20

【 0 0 0 8 】

また、文献 4 は、樹脂の盛り上がり部を考慮してモールドを作製することが記載されているが、モールド作製後のパターンシートを製造する際の、液状の材料の流動を防止することができる凹段差部に凹状パターンが形成されたモールドを製造する構成については開示されていない。

30

【 0 0 0 9 】

また、凹段差部のサイズを考慮せずに、凹段差部の底面に凹状パターンを形成すると、樹脂の盛り上がり部が凹段差部内に形成されるため、凹状パターンを有する凹段差部の形状が安定せず、その後の電鍍金型作製、モールド成形に悪影響を及ぼす懸念があった。

【 0 0 1 0 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、凹状パターンを凹段差部内に形成する際の樹脂の盛り上がり部を凹段差部外に形成し、電鍍金型の作製、及び、モールド成形等のその後のプロセスの不良を最小に抑制することができる凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法及びパターンシートの製造方法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】

40

【 0 0 1 1 】

本発明の目的を達成するために、本発明に係る凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法は、複数の突起部で構成される突起状パターンが配置された台を有する原版を準備する原版準備工程と、平坦面に、底面と壁面とを有する凹段差部が形成された熱可塑性樹脂板であって、凹段差部は突起状パターン及び台の体積の合計と同等以下の容積を有する熱可塑性樹脂板を準備する樹脂板準備工程と、原版と熱可塑性樹脂板とを相対移動させて、原版の突起状パターンと凹段差部の中心位置とを位置決めする位置決め工程と、加熱した原版の突起状パターン及び台を、凹段差部の底面に押圧した後、原版を冷却し、原版と熱可塑性樹脂板とを分離することにより、突起状パターンの反転形状の凹状パターンを熱可塑性樹脂板に形成する凹状パターン形成工程と、を含む熱可塑性樹脂原版を作製す

50

る樹脂原版作製工程と、を含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的を達成するために、本発明に係るパターンシートの製造方法は、上記記載の凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法により凹段差部に凹状パターンを有するモールドを作製する工程と、モールドの凹状段差部に液状の材料を供給し、液状の材料をモールドの凹状パターンに充填する工程と、液状の材料を固化することにより、突起状パターンを有するパターンシートにする工程と、パターンシートをモールドから離型する離型工程と、を含む。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、液の流動を防止する凹段差部に凹状パターンを形成することができ、凹段差部を突起状パターン及び台の体積の合計と同等以下の容積としているので、熱可塑性樹脂原版を作製する際に突起部及び台により押し退けられた熱可塑性樹脂板の樹脂を、凹段差部の外に出すことができる。これにより、凹状パターンが形成された凹段差部の底面を平坦に形成することができる。したがって、熱可塑性樹脂原版作製後の金型の作製、モールドの作製、及び、モールドを用いたパターンシートの製造におけるプロセスの不良を最小限に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図 1】 原版の一例を示す斜視図である。

【図 2】 熱可塑性樹脂板の斜視図である。

【図 3】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 4】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 5】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 6】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 7】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 8】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 9】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 10】 熱可塑性樹脂原版の作製方法を示す工程図である。

【図 11】 原版の他の例を示す斜視図である。

【図 12】 原版ステージに原版を取り付けた状態で、貫通孔を有する構造体を示す断面図である。

【図 13】 原版ステージに原版を取り付けた状態で、貫通孔を有する別の構造体を示す断面図である。

【図 14】 電鍍処理による金型の作製方法を示す工程図である。

【図 15】 電鍍処理による金型の作製方法を示す工程図である。

【図 16】 電鍍処理による金型の作製方法を示す工程図である。

【図 17】 電鍍処理による金型の作製方法を示す工程図である。

【図 18】 電鍍金型の斜視図である。

【図 19】 モールドの作製方法を示す工程図である。

【図 20】 モールドの作製方法を示す工程図である。

【図 21】 パターンシートの製造方法を示す工程図である。

【図 22】 パターンシートの製造方法を示す工程図である。

【図 23】 パターンシートの製造方法を示す工程図である。

【図 24】 パターンシートの製造方法を示す工程図である。

【図 25】 パターンシートの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、添付図面に従って、本発明に係る凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法及びパターンシートの製造方法について説明する。本発明は、以下の好ましい実施形

10

20

30

40

50

態により説明される。本発明の範囲を逸脱すること無く、多くの手法により変更を行うことができる。したがって、本発明の範囲内における全ての変更が特許請求の範囲に含まれる。

【0016】

ここで、図中、同一の記号で示される部分は、同様の機能を有する同様の要素である。また、本明細書中で、数値範囲を“ ~ ”を用いて表す場合は、“ ~ ”で示される上限、下限の数値も数値範囲に含むものとする。

【0017】

<モールドの作製方法>

本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法は、複数の突起部で構成される突起状パターンが配置された台を有する原版を準備する原版準備工程と、平坦面に、底面と壁面とを有する凹段差部が形成された熱可塑性樹脂板であって、凹段差部は突起状パターン及び台の体積の合計と同等以下の容積を有する熱可塑性樹脂板を準備する樹脂板準備工程と、原版と熱可塑性樹脂板とを相対移動させて、原版の突起状パターンと凹段差部の中心位置とを位置決めする位置決め工程と、加熱した原版の突起状パターン及び台を、凹段差部の底面に押圧した後、原版を冷却し、原版と熱可塑性樹脂板とを分離することにより、突起状パターンの反転形状の凹状パターンを熱可塑性樹脂板に形成する凹状パターン形成工程と、を含む熱可塑性樹脂原版を作製する樹脂原版作製工程と、を含む。

【0018】

原版準備工程においては、原版が準備される。図1に示されるように、原版10は、台11と、台11の一つの主面12の上に形成された複数の突起部13と、台11の主面12の反対側に設けられた基板15と、を有している。基板15は、平面視において、台11と重なって配置され、台11の面積より広い面積を有している。突起部13は、主面12から離間する方向に、錐台部13Bと先細りとなる針部13Aとから構成されている。錐台部13Bには角錐台、円錐台等が含まれる。なお、錐台部13Bと針部13Aとの間に、さらに別の錐台部を含んでいても良い。

【0019】

突起状パターン14は、主面12の上に複数の突起部13を配置することにより構成される。主面12が、突起状パターン14が配置された面に相当する。原版10の突起状パターン14は、作製したい突起状パターンを有するパターンシート、例えば、マイクロニードルと基本的に同一の突起状パターンを有している。実施形態では、複数の突起部13を円形配列することにより突起状パターン14が構成されている。しかしながら、突起部13の数、突起部13の配置の位置等は限定されない。複数の突起部13をマトリックスに配置することにより、突起状パターン14を構成できる。主面12は完全な平面であっても、一見して平面であっても良い。

【0020】

突起部13は、例えば、原版10の主面12から0.1mm~2mmの高さとすることが好ましい。隣り合う突起部13の間隔は0.3mm~2mmであることが好ましい。突起部13のアスペクト比(突起部の高さ/突起部の底面の幅)は、1~5であることが好ましい。

【0021】

針部13Aの高さと錐台部13Bの高さとの比(針部13Aの高さ/錐台部13Bの高さ)は1~10であることが好ましい。錐台部13Bの側面と主面12との成す角度は10°~60°であることが好ましい。台11は、例えば、5mm~30mmの直径、及び0.2mm~2mmの高さを有する円柱形状とすることができる。但し、台11の形状は、円柱形状に限定されず、直方体形状でも良い。また、基板15は、台11とは別の部材とせず、台11の主面12と反対側の面に一体として形成することもできる。この場合、台11の体積に基板15の体積を含まない。

【0022】

10

20

30

40

50

突起状パターン 14 を有する原版 10 は、例えば、原版 10 となる金属基板をダイヤモンドバイト等の切削工具等を用いて機械加工することにより作製される。金属基板としては、ステンレス、アルミニウム合金、Ni 等を使用することができる。

【0023】

樹脂板準備工程では、熱可塑性樹脂板が準備される。図 2 に示されるように、熱可塑性樹脂板 20 は、対向する主面（平坦面）21 及び主面 22 を有し、かつ一定の厚みを有する板形状で構成される。熱可塑性樹脂板 20 は、例えば、1 mm ~ 6 mm の厚さを有し、150 mm ~ 300 mm の直径を有する、円柱形状とすることができる。熱可塑性樹脂板 20 の形状は、円柱形状に限定されず、平面視において、矩形状とすることもできる。

【0024】

熱可塑性樹脂板 20 の主面 21 には、複数の凹段差部 23 が形成されている。凹段差部 23 は、底面 23A と底面 23A を囲む壁面 23B とにより構成される。凹段差部 23 は、突起状パターン 14 及び台 11 の体積の合計と同等以下の容積を有する。ただし、凹段差部 23 の底面 23A の面積を、平面視において、台 11 の主面 12 の面積と同じ、又は、主面 12 の面積より小さい面積とした場合、凹段差部 23 の壁面 23B の高さ（以下、「凹段差部 23 の高さ」ともいう）、すなわち底面 23A から主面 21 までの長さを台 11 の主面 12 から基板 15 までの長さ（以下、「台 11 の高さ」ともいう）より短くする。後述する凹状パターン形成工程において、原版 10 の突起状パターン 14 及び台 11 を凹段差部 23 の底面 23A に押圧した際に、押圧され押し退けられた樹脂の量が、凹段差部 23 の外に流れ、主面 21 と原版 10 の基板 15 とに接触して広がる高さ分、凹段差部 23 の高さを台 11 の高さより短くする。これにより、台 11 の主面に形成された突起状パターン 14 を凹段差部 23 の底面 23A に押圧することができる。底面 23A から主面 21 までの長さは、例えば、台 11 の高さ（0.2 mm ~ 2 mm）から押し退けられた樹脂分の高さ（50 μm）を引いた長さとしてすることができる。

【0025】

また、凹段差部 23 の底面 23A の形状は平面視において、台 11 の主面 12 と同じ形状であることが好ましい。凹段差部 23 の形状を主面 12 と同じとし、凹段差部 23 の面積を主面 12 の面積と同じ、又は、小さくすることで、台 11 の主面 12 で、凹段差部 23 の全領域を押圧することができる。また、底面 23A から主面 21 までの長さを台 11 の主面 12 から基板 15 までの長さと同じにした場合は、突起状パターン 14 により押し退けられる樹脂分だけ、凹段差部 23 の面積を大きくすることで、製造される熱可塑性樹脂原版の主面 21 を平坦にすることができる。

【0026】

熱可塑性樹脂板 20 を構成する熱可塑性樹脂としては、特に限定されない。例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリスチレン、リニア低密度ポリエチレン（LLDPE：Linear Low Density Polyethylene）、液晶ポリマー、ポリ乳酸等を好適に用いることができる。熱可塑性樹脂板 20 は、例えば、熱可塑性樹脂を用いて、射出成形により製造できる。

【0027】

図 3 に示されるように、熱可塑性樹脂板 20 と石英基板 30 とが、主面 22 の側において両面接着フィルム 31 により接着される。石英基板 30 の両面接着フィルム 31 と反対側の面が、ワークステージ 32 に取り付けられる。ワークステージ 32 は、水平面内で互いに直交方向に移動する不図示の X 軸駆動機構及び Y 軸駆動機構を有し、X 方向及び Y 方向に移動できる。

【0028】

石英基板 30 は、例えば、平面視で、熱可塑性樹脂板 20 と同形状で、同面積であることが好ましい。石英基板 30 は熱可塑性樹脂板 20 の剛性を維持するための補強部材として機能する。

【0029】

突起状パターン 14 を有する原版 10 は、原版用ステージ 40 に取り付けられる。原版用

10

20

30

40

50

ステージ４０は不図示のＺ軸駆動機構を有し、Ｚ軸方向に沿って移動できる。原版１０は、熱可塑性樹脂板２０を軟化させる程度の温度に加熱される。加熱は、ヒータ（不図示）により行われる。熱可塑性樹脂板２０を構成する熱可塑性樹脂に応じて、原版１０は適正な温度に加熱される。

【００３０】

原版１０の突起状パターン１４と熱可塑性樹脂板２０の底面２３Ａとが、互いに向かい合う向きに配置される。

【００３１】

次に、樹脂原版作製工程について説明する。樹脂原版作製工程は、位置決め工程と凹状パターン形成工程とを含んでいる。

【００３２】

図４に示される位置決め工程において、原版１０と熱可塑性樹脂板２０とが相対的に移動され、原版１０と凹段差部２３の中心位置とが位置決めされる。実施形態の位置決め工程において、不図示のＸ軸駆動機構及びＹ軸駆動機構を駆動することにより熱可塑性樹脂板２０を支持するワークステージ３２を移動し、凹段差部２３の中心位置と原版１０とが位置決めされる。位置決めでは、凹段差部２３の中心位置と突起状パターン１４の中心位置とが位置決めされる。

【００３３】

原版１０と熱可塑性樹脂板２０とを相対的に移動できる限り、原版１０及び熱可塑性樹脂板２０の何れか一方、又は両方を移動させてもよい。

【００３４】

凹段差部２３の中心位置と原版１０とが位置決めされるので、図２５に示される、パターンシート３００の突起状パターン３０３とシート部３０１の中心位置とを位置決めすることができる。

【００３５】

次に、図５に示される凹状パターン形成工程では、加熱された原版１０の突起状パターン１４が、熱可塑性樹脂板２０の底面２３Ａに押圧される。図５に示されるように、突起状パターン１４の構成する複数の突起部１３が、熱可塑性樹脂板２０の底面２３Ａに押圧される。

【００３６】

図５に示す原版１０及び熱可塑性樹脂板２０は、台１１の主面１２と凹段差部２３の面積及び形状が同じであり、台１１の高さが凹段差部２３の高さより、突起状パターン１４により押し退けられる樹脂の量だけ低くなっている。このような熱可塑性樹脂板２０に原版１０を押圧すると、原版１０の台１１が、凹段差部２３の底面２３Ａ及び壁面２３Ｂを押圧し、凹段差部２３は、台１１及び突起状パターン１４の反転形状に転写される。原版１０を押圧することで形成される凹部２４（図６参照）に対応する樹脂は、図５に示すように、原版１０の基板１５及び熱可塑性樹脂板２０の主面２１との間の隙間に流れ込み。流れ込んだ樹脂は、基板１５と主面２１の間に広がる。

【００３７】

実施形態の押圧において、Ｚ軸駆動機構を駆動することにより原版１０をＺ方向に沿って底面２３Ａに向かって移動し、突起状パターン１４が底面２３Ａに押圧される。突起状パターン１４を底面２３Ａに押圧できる限り、原版１０及び熱可塑性樹脂板２０の何れか一方、又は両方をＺ方向に移動させてもよい。

【００３８】

加熱した原版１０の突起状パターン１４が、予め定められた押圧力及び時間で、凹段差部２３の底面２３Ａに押圧される。加熱した原版１０の突起状パターン１４を押圧することにより、熱可塑性樹脂板２０の底面２３Ａを軟化温度以上に加熱する。押圧した突起状パターン１４を熱可塑性樹脂板２０の底面２３Ａに接触させた状態で原版１０を冷却することにより、熱可塑性樹脂板２０が軟化温度以下になるまで冷却される。

【００３９】

10

20

30

40

50

上述したように、台 1 1 の高さは、凹段差部 2 3 の高さと同様に押圧することで押し退けられる樹脂分の高さを考慮して設定される。台 1 1 の高さが高くなり、基板 1 5 と押し退けられた樹脂が接触しないと、作製される熱可塑性樹脂原版の表面の形状が安定しないため好ましくない。また、台 1 1 の主面 1 2 と凹段差部 2 3 の底面 2 3 A が接触しないと、突起状パターン 1 4 の突起部 1 3 が凹段差部 2 3 に安定して転写されないため好ましくない。押し退けられる樹脂が、突起状パターン 1 4 の体積分である時は、例えば、台 1 1 の高さを凹段差部の高さより $50\text{ }\mu\text{m}$ 高くすることで、良好な形状の凹状パターンを有する凹段差部を形成することができる。

【 0 0 4 0 】

次に、図 6 に示される凹状パターン形成工程では、原版 1 0 と熱可塑性樹脂板 2 0 とが分離される。熱可塑性樹脂板 2 0 の底面 2 3 A に、複数の突起部 1 3 の反転形状である複数の凹部 2 4 が形成される。複数の凹部 2 4 を熱可塑性樹脂板 2 0 の底面 2 3 A に配置することにより凹状パターン 2 5 が形成される。また、熱可塑性樹脂板 2 0 の主面 2 1 には、凹段差部 2 3 から連続して形成された凸部 2 7 を有する。凸部 2 7 の表面は、原版 1 0 の基板 1 5 に沿って広がっているため、平坦に形成される。また、凸部 2 7 の側面のうち凹段差部 2 3 側の側面は、原版 1 0 の台 1 1 により押圧されるため、凹段差部 2 3 の壁面 2 3 B から連続して形成されている。また、反対側の側面は、原版を押圧した際に、押し退けられた樹脂が原版 1 0 の基板 1 5 に沿って広がるため、凸部 2 7 の表面側が熱可塑性樹脂板 2 0 の主面 2 1 側に対して広がる。したがって、凸部 2 7 は、熱可塑性樹脂板 2 0 の主面 2 1 から凸部 2 7 の表面に向かって広がる逆テーパ構造で構成される。実施形態の押圧において、Z 軸駆動機構を駆動することにより原版 1 0 を Z 方向に沿って底面 2 3 A から離間する方向に移動し、原版 1 0 と熱可塑性樹脂板 2 0 とが分離される。

【 0 0 4 1 】

凹段差部 2 3 に凹状パターン 2 5 が形成されると、図 7 に示される位置決め工程では、原版 1 0 と熱可塑性樹脂板 2 0 とが相対的に移動され、原版 1 0 と凹状パターン 2 5 の形成されていない凹段差部 2 3 の中心位置とが、位置決めされる。図 4 と同様に、熱可塑性樹脂板 2 0 を支持するワークステージ 3 2 を移動することにより、凹段差部 2 3 の中心位置と原版 1 0 とが位置決めされる。

【 0 0 4 2 】

図 8 に示される凹状パターン形成工程では、図 5 及び図 6 と同様に、加熱された原版 1 0 の突起状パターン 1 4 が、熱可塑性樹脂板 2 0 の底面 2 3 A に押圧される。加熱した原版 1 0 の突起状パターン 1 4 が、予め定められた押圧力及び時間で、凹段差部 2 3 の底面 2 3 A に押圧される。次いで、押圧した突起状パターン 1 4 を熱可塑性樹脂板 2 0 の底面 2 3 A に接触させた状態で原版 1 0 を冷却する。原版 1 0 と熱可塑性樹脂板 2 0 とを分離することにより、熱可塑性樹脂板 2 0 の底面 2 3 A に、複数の突起部 1 3 の反転形状である複数の凹部 2 4 が形成される。熱可塑性樹脂板 2 0 の全ての凹段差部 2 3 に凹状パターン 2 5 を形成するまで、図 4 から図 8 に示される位置決め工程と凹状パターン形成工程とを繰り返す。熱可塑性樹脂板 2 0 の全ての凹段差部 2 3 に凹状パターン 2 5 を形成することにより、熱可塑性樹脂板 2 0 から熱可塑性樹脂原版 2 6 が作製される。

【 0 0 4 3 】

次に、位置決め工程において、原版 1 0 の位置ずれ量を算出する方法及び熱可塑性樹脂板 2 0 の凹段差部 2 3 の中心位置を算出する方法について説明する。

【 0 0 4 4 】

図 3 に示されるように、原版 1 0 が、不図示の Z 軸駆動機構を有する原版用ステージ 4 0 に取り付けられる。熱可塑性樹脂板 2 0 と石英基板 3 0 とを貼り合せた積層体を、原版 1 0 と対面する設置された不図示の X 軸駆動機構及び Y 軸駆動機構を有するワークステージ 3 2 に取り付けられる。この状態における X 軸、Y 軸、及び Z 軸は、X₀、Y₀、及び Z₀ と定義される。

【 0 0 4 5 】

原版 1 0 の位置ずれ量の算出方法について、図 9 を参照して説明する。ワークステージ 3

10

20

30

40

50

2を予め定められた座標(X_{ib} , Y_{ib})に移動させる。加熱された原版10を、熱可塑性樹脂板20の凹段差部23に底面23Aに、原版用ステージ40によりZ軸方向に押圧する。次いで、冷却してから原版10を熱可塑性樹脂板20から分離し、原版用ステージ40により原版10を最初の位置であるZ0に戻す。熱可塑性樹脂板20の底面23A(X_{ib} , Y_{ib})に、突起状パターン14の反転構造が転写され、凹状パターン25が形成される。

【0046】

画像処理システムを構成する撮像装置60が、固定点(X_c , Y_c , Z_c)の位置に配置される。図9に示されるように、撮像装置60は、撮像装置60の光軸がワークステージ32の設置面、すなわち石英基板30が設置される面と平行となる位置に設置される。撮像装置60の光軸上であって、熱可塑性樹脂板20と原版10の間にはミラー61が設置される。なお、光源は、撮像装置60の光軸と同じ方向から照射される。撮像装置60は、例えば、CCD(Charge Coupled Device)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等の撮像素子を備える。

10

【0047】

固定点に設置された撮像装置60により、熱可塑性樹脂板20の(X_{ib} , Y_{ib})の位置に形成された凹状パターン25の中心(X_{im} , Y_{im})を検出する。原版10の位置ずれ量として、X方向に関して($X_{ib} - X_{im}$)と、Y方向に関して($Y_{ib} - Y_{im}$)と算出することができる。

【0048】

熱可塑性樹脂板20の凹段差部23の中心位置を算出する方法について、図10を参照して説明する。撮像装置60を固定点(X_c , Y_c , Z_c)に固定した状態で、熱可塑性樹脂板20を、ワークステージ32によりX方向、及びY方向に移動し、熱可塑性樹脂板20に形成されたk個全ての凹段差部23の中心位置の座標(X_n , Y_n)を検出する(ここで、 $n = 1 \sim k$)。

20

【0049】

位置決め工程において、算出された凹段差部23の中心位置と、原版10の位置ずれ量の結果に基づいて、ワークステージ32を($X_1 - (X_{ib} - X_{im})$, $Y_1 - (Y_{ib} - Y_{im})$)に移動させる。 $n = 1$ の凹段差部23の中心位置を、原版10の突起状パターン14の中心位置に一致させることができる。「一致する」は、完全に一致する場合、及び許容されるズレを有する場合が含まれる。加熱した原版10を原版用ステージ40によりZ方向に沿って移動させる。凹段差部23の底面23Aに突起状パターン14を、一定の押圧力、及び時間で押圧する。原版10を冷却した後、原版10を熱可塑性樹脂板20から分離し、Z0の位置に戻す。熱可塑性樹脂板20に形成された $n = 1$ の凹段差部23の中心位置(X_1 , Y_1)に凹状パターン25を形成することができる。残り($k - 1$)個の凹段差部23($n = 2 \sim k$)についても、ワークステージ32を($X_n - (X_{ib} - X_{im})$, $Y_n - (Y_{ib} - Y_{im})$)に移動させる。上述したのと同様に、加熱した原版10を原版用ステージ40により押圧する。原版10を冷却した後、原版10を熱可塑性樹脂板20から分離し、Z0の位置に戻す。位置決め工程と凹状パターン形成工程を繰り返すことにより、k個の凹段差部23の中心位置(X_n , Y_n)に、突起状パターン14の反転構造である凹状パターン25を形成できる(ここで、 $n = 1 \sim k$)。一連の工程を終えると、複数の凹段差部23に凹状パターン25が形成された熱可塑性樹脂原版26が作製される。実施形態の熱可塑性樹脂原版26において、図8において、凹状パターン25の中心位置と凹段差部23の中心位置とは一致する。

30

40

【0050】

図11は、原版の他の例を示す斜視図である。図11に示す原版310は、基板315の貫通孔317を有する点が、図1に示す原版10と異なっている。貫通孔317は、台11の側面と基板315とが接するエッジ部316に、台11の側面に沿って、台11の高さ方向に基板315を貫通して形成されている。貫通孔317を設けることで、凹段差部23に原版10を押圧する際の凹段差部23内の空気を、貫通孔317から逃がすことが

50

できる。空気を貫通孔 3 1 7 から逃がすことで、原版 1 0 と熱可塑性樹脂板 2 0 との接触部分に空気が溜まることを防止することができる。したがって、凹状パターン形成後の凹段差部 2 3 の形状を安定して形成することができる。なお、図 1 1 に示す原版 3 1 0 は、基板 3 1 5 に設けられた貫通孔 3 1 7 が、台 1 1 の側面に沿って 1 周にわたり形成されているが、使用時は、原版用ステージ 4 0 に取り付けて使用するため、貫通孔 3 1 7 により基板 3 1 5 が分かれていても使用することができる。

【 0 0 5 1 】

また、図 1 2 は、原版ステージ 4 4 0 に原版 4 1 0 を取り付けた状態で、貫通孔 4 1 7 を有する構造体 4 1 8 を示す断面図である。図 1 2 に示す原版 4 1 0 は、台 1 1 の側面で、主面 1 2 と反対側の端部に凸部 4 1 9 を有する。凸部 4 1 9 を原版ステージ 4 4 0 と保持部材 4 2 0 とで挟持することで、原版 4 1 0 が原版ステージ 4 4 0 に取り付けられる。原版ステージ 4 4 0 と保持部材 4 2 0 とは、ネジ 4 2 1 により取り付けることができる。台 1 1 の側面と保持部材 4 2 0 の側面とで、貫通孔 4 1 7 が形成される。また、図 1 2 の構造体 4 1 8 においては、保持部材 4 2 0 の原版ステージ 4 4 0 と反対側の凸面 4 2 2 が、図 1 1 に示す基板 3 1 5 と同様の機能を有する。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 3 は、原版ステージ 5 4 0 に原版 5 1 0 を取り付けた状態で、貫通孔 5 1 7 を有する構造体 5 1 8 を示す断面図である。図 1 3 に示す構造体 5 1 8 の原版ステージ 5 4 0 は、中央に原版 5 1 0 の一部が収納される凹部 5 2 3 を有する。原版 5 1 0 の主面 1 2 と反対側は、凹部 5 2 3 の内部に収納されるように、段差部 5 2 4 を介して主面 1 2 の径より小さい径で構成されている。原版ステージ 5 4 0 と原版 5 1 0 はネジ 5 2 1 により取り付けることができる。原版ステージ 5 4 0 に設けられた凸面 5 2 2 と原版 5 1 0 の段差部 5 2 4 とで、図 1 3 において左右方向に貫通孔 5 1 7 が形成される。また、凹部 5 2 3 の内周面と原版 5 1 0 の側面とで、隙間を形成することで、高さ方向に連続して貫通孔 5 1 7 が形成される。なお、図 1 3 に示す構造体 5 1 8 においても、原版ステージ 5 4 0 に形成された凸面 5 2 2 が、図 1 1 に示す基板 3 1 5 と同様の機能を有する。

20

【 0 0 5 3 】

次に、熱可塑性樹脂原版 2 6 を用いて、電鍍処理により、突起状パターンが配置された凸段差部を有する金型を作製する金型作製工程について説明する。図 1 4 に示されるように、複数の凹段差部 2 3 に凹状パターン 2 5 が形成された熱可塑性樹脂原版 2 6 が準備される。熱可塑性樹脂原版 2 6 に対して導電化処理が行われる。導電化処理では、蒸着、又はスパッタリング等により金属膜（例えば、ニッケル）が、熱可塑性樹脂原版 2 6 の主面 2 1、凹段差部 2 3 を構成する底面 2 3 A と壁面 2 3 B、凹状パターン 2 5 を構成する複数の凹部 2 4、及び凸部 2 7 に製膜される。

30

【 0 0 5 4 】

図 1 5 に示されるように、導電化処理された熱可塑性樹脂原版 2 6 が、電鍍処理に用いられる陰極 1 0 0 に固定される。陰極 1 0 0 は、少なくともシャフト 1 0 1 と陰極板 1 0 2 とを備える。熱可塑性樹脂原版 2 6 の主面 2 2 と陰極板 1 0 2 とが対向する位置で、熱可塑性樹脂原版 2 6 が陰極板 1 0 2 に固定される。

【 0 0 5 5 】

熱可塑性樹脂原版 2 6 に製膜された金属膜（不図示）に、陰極板 1 0 2 からの電流を供給するため、熱可塑性樹脂原版 2 6 の外周部に導電リング 1 0 3 が設けられる。シャフト 1 0 1 と陰極板 1 0 2 とは導電部材で構成される。ここで、電鍍処理とは、電気めっき法により熱可塑性樹脂原版 2 6 に金属を析出させる処理方法をいう。

40

【 0 0 5 6 】

図 1 6 に示されるように、陰極 1 0 0 に取り付けられた熱可塑性樹脂原版 2 6 が電鍍液 1 3 2 に浸漬される。熱可塑性樹脂原版 2 6 に対して電鍍処理を行う電鍍装置 1 3 0 は、電鍍液 1 3 2 を保持する電鍍槽 1 3 4 と、電鍍槽 1 3 4 をオーバーフローした電鍍液 1 3 2 A を受け入れるドレーン槽 1 3 6 と、Ni ペレット 1 3 8 が充填されたチタンケース 1 4 0 と、を備える。熱可塑性樹脂原版 2 6 を取り付けた陰極 1 0 0 を電鍍液 1 3 2 に浸漬す

50

ることにより電鍍装置 130 として機能する。電鍍液 132 として、例えば、400 g / L ~ 800 g / L のスルファミン酸ニッケルと、20 g / L ~ 50 g / L のホウ酸と、界面活性剤（例えばラウリル硫酸ナトリウム）等の必要な添加物とを、混合した液を使用することができる。電鍍液 132 の温度は 40 ~ 60 が好ましい。

【0057】

ドレーン槽 136 に排水配管 142 が接続され、電鍍槽 134 に供給配管 144 が接続される。電鍍槽 134 からドレーン槽 136 にオーバーフローした電鍍液 132 は、排水配管 142 により回収され、回収された電鍍液 132 は、供給配管 144 から電鍍槽 134 に供給される。陰極 100 に保持された熱可塑性樹脂原版 26 は、凹状パターン 25 の形成されている主面 21 が、陽極となるチタンケース 140 に対向する位置に位置合わせされる。

10

【0058】

陰極 100 を負電極に接続し、陽極となるチタンケース 140 に正電極を接続する。陰極板 102 に保持される熱可塑性樹脂原版 26 を、シャフト 101 を中心に 10 rpm ~ 150 rpm の回転速度で回転させながら、陰極 100 とチタンケース 140 との間に直流電圧が印加される。Ni ペレット 138 が溶解し、陰極 100 に取り付けられた熱可塑性樹脂原版 26 の主面 21、凹段差部 23 の底面 23A と壁面 23B、及び凹状パターン 25 の内壁に金属膜を付着させる。

【0059】

金属膜から構成される電鍍処理による金型 150 が熱可塑性樹脂原版 26 に形成されると、図 17 に示されるように、熱可塑性樹脂原版 26 を取り付けした陰極 100 が電鍍槽 134（不図示）から取り出される。次いで、金型 150 が熱可塑性樹脂原版 26 から剥離される。金型 150 は、対向する主面 152 と主面 158 とを有する。金型 150 は、断面視において、平坦部 153 と凸段差部 154 とを有する。凸段差部 154 の主面 152 には複数の突起部 155 が形成され、複数の突起部 155 により突起状パターン 156 が構成される。突起状パターン 156 は熱可塑性樹脂原版 26 の凹状パターン 25 の反転形状となる。凸段差部 154 は、凹段差部 23 の反転形状となる。また、平坦部 153 の主面 152 には、熱可塑性樹脂原版 26 の凸部 27 に対応した凹部 159 が形成される。

20

【0060】

平坦部 153 と凸段差部 154 との位置関係は、それぞれの主面 152 が同一面でない状態を意味する。凸段差部 154 の主面 158 の側には、一定の径を有する円筒形状の凹部 157 が設けられる。なお、金型 150 は、例えば、150 μm の厚みを有している。厚みは、主面 152 と主面 158 の距離である。

30

【0061】

図 18 は金型 150 の斜視図である。図 18 に示されるように、実施形態では、突起状パターン 156 は、凸段差部 154 の主面 152 の上に複数の突起部 155 を円形配列することにより構成される。熱可塑性樹脂原版 26 により凸段差部 154 と突起状パターン 156 とを形成しているので、凸段差部 154 の中心位置と突起状パターン 156 の中心位置とは一致する。「一致する」は、完全に一致する場合、及び許容されるズレを有する場合を含んでいる。

40

【0062】

凸段差部 154 は一定の高さを有する円柱の台座形状である。凸段差部 154 の高さは、熱可塑性樹脂原版 26 の凹段差部の高さである。凸段差部 154 の高さは、凸段差部 154 の主面 152 と平坦部 153 の主面 152（凹部 159 の底面）との距離である。

【0063】

突起部 155 は、凸段差部 154 の主面 152 から離間する方向に、錐台部 155B と先細りとなる針部 155A とから構成されている。錐台部 155B には角錐台、円錐台等が含まれる。なお、錐台部 155B と針部 155A との間に、さらに別の錐台部を含んでもよい。

【0064】

50

突起部 155 の高さは、例えば、0.1 mm ~ 2 mm の範囲であり、好ましくは、0.3 mm ~ 1.5 mm 以下である。突起部 155 の高さは、凸段差部 154 の主面 152 から突起部 155 の先端までの距離である。

【0065】

電鍍処理において、熱可塑性樹脂原版 26 の上に均一の厚さの金属膜を形成するためには、金型 150 が、平面視において円形であることが好ましい。金型 150 の直径は 200 mm ~ 300 mm であることが好ましい。円形とは、真円に限定されず、略円形であれば良い。

【0066】

次に、金型 150 を用いたモールドの作製工程について説明する。モールドの材料となるエポキシ樹脂、シリコン樹脂等の熱硬化樹脂を準備する。特に、シリコン樹脂を用いることが好ましい。シリコン樹脂の中に、1 液熱硬化シリコン材料、2 液混合硬化シリコン材料、UV 硬化シリコン材料等がある。医療用のシリコン樹脂は、主剤と硬化剤とを混合する 2 液混合硬化シリコン材料が適用される。例えば、シリコン樹脂として、Nusil 社製の MED-6015 を適用することができる。

【0067】

図 19 に示されるようにモールド作製工程において、金型 150 の平坦部 153 と設置台 172 との設置面とが対向配置され、金型 150 が設置台 172 に固定される。金型 150 の端部が、堰部材 174 と設置台 172 により挟圧される。金型 150 の凸段差部 154 の側から、予め定められた量の樹脂 R が滴下される。次いで、例えば、PET (Polyethylene Terephthalate) 製のシート 180 により樹脂 R を軽く押圧する。

【0068】

次いで、シート 180 を樹脂 R に接触させた状態で、120 に加熱されたオーブン内に入れ、30 分間加熱する。樹脂 R を硬化させてモールドを作製する。

【0069】

図 20 に示されるように、モールド 200 が金型 150 から分離される。金型 150 の凸段差部 154、及び複数の突起部 155 で構成される突起状パターン 156 の反転形状がモールド 200 に形成される。

【0070】

モールド 200 は、対向する主面 201 と主面 202 とを有する。主面 201 の側に凹段差部 203 が形成される。凹段差部 203 は底面 203A と壁面 203B とにより構成される。凹段差部 203 の底面 203A に複数の凹部 204 が形成される。また、主面 201 の側に、金型 150 の凹部 159 に対応する凸部 206 が形成される。複数の凹部 204 を凹段差部 203 の底面 203A に配置することにより凹状パターン 205 が構成される。金型 150 により凹段差部 203 と凹状パターン 205 とを形成しているの、凹段差部 203 の中心位置と凹状パターン 205 の中心位置とは一致する。「一致する」には、完全に一致する場合、及び許容されるズレを有する場合を含んでいる。

【0071】

< パターンシートの製造方法 >

次に、上述の作製方法で作製されたモールド 200 を用いて、パターンシートを製造する方法について説明する。図 21 から図 24 は、パターンシート 300 を製造する工程図である。パターンシート 300 としてマイクロニードルアレイを例に説明する。

【0072】

図 21 は、モールド 200A を準備した状態を示している。実施形態のモールド 200A は、上述のモールドの作製方法により製造されたモールド 200 を、凹段差部 203 の単位で打ち抜くことで作製される。モールド 200A は、凹段差部 203 に形成された凹状パターン 205 を有している。なお、図 21 においては、凸部 206 と主面 201 との段差が、モールド 200A に含まれないように打ち抜いているが、モールド 200A を打ち抜く位置は限定されない。後述するポリマー溶解液の注入は、凹段差部 203 の内部で

10

20

30

40

50

ポリマー溶解液を保持するため、凸部 206 と主面 201 との段差は影響を受けずにパターンシートを製造することができる。

【0073】

モールド 200A は、不図示の吸引台の上に、凹段差部 203 が開放される向きに設置される。モールド 200A の主面 202 の側から予め定められたゲージ圧で吸引され、モールド 200A は、吸引台の上に固定される。

【0074】

図 22 は、モールド 200A の凹段差部 203 に形成された凹状パターン 205 に液状の材料であるポリマー溶解液 212 を供給する供給工程を示す図である。

【0075】

パターンシート 300 を形成するポリマー溶解液 212 の材料としては、水溶性材料を用いることが好ましい。パターンシート 300 の製造に用いられるポリマー溶解液 212 の樹脂ポリマーの素材としては、生体適合性のある樹脂を用いることが好ましい。このような樹脂としては、グルコース、マルトース、プルラン、コンドロイチン硫酸ナトリウム、ヒアルロン酸ナトリウム、ヒドロキシエチルデンプンなどの糖類、ゼラチンなどのタンパク質、ポリ乳酸、乳酸・グリコール酸共重合体などの生分解性ポリマーを使用することが好ましい。パターンシート 300 をモールド 200A から離型する際、基材（不図示）を用いてパターンシート 300 を離型することができるので、好適に利用することができる。濃度は材料によっても異なるが、薬剤を含まないポリマー溶解液 212 の中に樹脂ポリマーが 10 質量% ~ 50 質量% 含まれる濃度とすることが好ましい。また、ポリマー溶解液 212 に用いる溶媒は、温水以外であっても揮発性を有するものであればよく、エタノール等のアルコールなどを用いることができる。そして、ポリマー溶解液 212 の中には、用途に応じて体内に供給するための薬剤を共に溶解させることが可能である。薬剤を含むポリマー溶解液 212 のポリマー濃度（薬剤自体がポリマーである場合は薬剤を除いたポリマーの濃度）としては、0 質量% ~ 30 質量% 含まれることが好ましい。

【0076】

ポリマー溶解液 212 の調製方法としては、水溶性の高分子（ゼラチンなど）を用いる場合は、水溶性粉体を水に溶解し、溶解後に薬剤を添加してもよいし、薬剤が溶解した液体に水溶性高分子の粉体を入れて溶かしてもよい。水に溶解しにくい場合、加温して溶解してもよい。温度は高分子材料の種類により、適宜選択可能であるが、必要に応じて、約 20 ~ 40 の温度で加温することが好ましい。ポリマー溶解液 212 の粘度は、薬剤を含む溶解液では 200 mPa・s 以下であることが好ましく、より好ましくは 50 mPa・s 以下とすることが好ましい。薬剤を含まない溶解液では 2000 mPa・s 以下であることが好ましく、より好ましくは 500 mPa・s 以下とすることが好ましい。ポリマー溶解液 212 の粘度を適切に調整することにより、モールド 200A の凹状パターン 205 に容易にポリマー溶解液 212 を注入することができる。例えば、ポリマー溶解液 212 の粘度は、細管式粘度計、落球式粘度計、回転式粘度計、又は振動式粘度計で測定することができる。ポリマー溶解液 212 をモールド 200A に供給する前に脱気装置等により、ポリマー溶解液 212 の気体を取り除くことが好ましい。

【0077】

ポリマー溶解液 212 に含有させる薬剤は、薬剤としての機能を有するものであれば限定されない。特に、ペプチド、タンパク質、核酸、多糖類、ワクチン、水溶性低分子化合物に属する医薬化合物、又は化粧品成分から選択することが好ましい。

【0078】

ポリマー溶解液 212 をモールド 200A に注入する方法としては、例えば、スピンコーターを用いた塗布を挙げることができる。例えば、ポリマー溶解液 212 は、凹段差部 203 の内部で、かつモールド 200A の凸部 206（図 21 参照）から突出するように、供給される。実施形態のモールド 200A は凹段差部 203 を有しているので、ポリマー溶解液 212 を保持することができる。ポリマー溶解液 212 を保持した状態で、モールド 200A が主面 202 から吸引されるので、凹状パターン 205 を構成する凹部 204

10

20

30

40

50

の凹部先端までポリマー溶解液 2 1 2 を充填できる。

【 0 0 7 9 】

凹部 2 0 4 の凹部先端に、貫通孔を形成することが好ましい。凹部 2 0 4 のエアーを貫通孔から逃がすことができる。したがって、ポリマー溶解液 2 1 2 をモールド 2 0 0 A の凹部 2 0 4 に充填しやすくできる。また、この工程は、減圧状態で行うことが好ましい。

【 0 0 8 0 】

図 2 3 は、ポリマー溶解液 2 1 2 を乾燥させて固化することにより、パターンシート 3 0 0 にする工程を示す図である。例えば、モールド 2 0 0 A を加熱し、かつポリマー溶解液 2 1 2 に風を吹き付けることにより、ポリマー溶解液 2 1 2 を乾燥できる。パターンシート 3 0 0 の水分量等は適宜設定される。なお、乾燥により、パターンシート 3 0 0 の水分量が低くなりすぎると剥離しにくくなるため、弾力性を維持している状態の水分量を残存させておくことが好ましい。

10

【 0 0 8 1 】

図 2 4 は、パターンシート 3 0 0 をモールド 2 0 0 A から離型する離型工程を説明する図である。パターンシート 3 0 0 は、シート部 3 0 1 と、シート部 3 0 1 に形成された複数の突起部 3 0 2 を有している。複数の突起部 3 0 2 により、突起状パターン 3 0 3 が構成される。突起状パターン 3 0 3 は、モールド 2 0 0 A の凹状パターン 2 0 5 の反転形状である。パターンシート 3 0 0 において、突起状パターン 3 0 3 の中心位置とシート部 3 0 1 の中心位置とが一致する。「一致する」は、完全に一致する場合、及び許容されるズレを有する場合を含んでいる。パターンシート 3 0 0 において、突起状パターン 3 0 3 とシート部 3 0 1 との位置が、正確に位置決めされるので、例えば、パターンシート 3 0 0 をハンドリングする際、突起状パターン 3 0 3 が損傷を受けることを回避できる。

20

【 0 0 8 2 】

このように、パターンシートの製造においては、凹段差部 2 0 3 内でポリマー溶解液 2 1 2 を保持するため、モールド 2 0 0 を作製する熱可塑性樹脂原版 2 6 の凹段差部 2 3 を原版 1 0 の転写形状とすることで、安定した形状のパターンシートを製造することができる。また、凹段差部 2 0 3 の外に形成された凸部 2 0 6 の影響を受けずにパターンシート 3 0 0 を形成することができる。

【 0 0 8 3 】

図 2 5 は、パターンシート 3 0 0 の斜視図である。パターンシート 3 0 0 のシート部 3 0 1 の上に形成された突起部 3 0 2 は、シート部 3 0 1 から離間する方向に、錐台部 3 0 2 B と先細りとなる針部 3 0 2 A とから構成されている。錐台部 3 0 2 B には角錐台、円錐台等が含まれる。なお、錐台部 3 0 2 B と針部 3 0 2 A との間に、さらに別の錐台部を含んでいても良い。

30

【 0 0 8 4 】

なお、実施形態では、ポリマー溶解液 2 1 2 を、モールド 2 0 0 A の凹状パターン 2 0 5 の形成された凹段差部 2 0 3 に供給し、乾燥することによりパターンシート 3 0 0 を作製する場合を説明したが、これに限定されない。

【 0 0 8 5 】

例えば、薬剤を含むポリマー溶解液 2 1 2 をモールド 2 0 0 A の凹状パターン 2 0 5 に充填して乾燥し、その後、薬剤を含まないポリマー溶解液 2 1 2 をモールド 2 0 0 A の凹段差部 2 0 3 に供給し、乾燥することにより二層構造のパターンシート 3 0 0 を製造できる。

40

【 0 0 8 6 】

また、モールド 2 0 0 A の使用は、初回の 1 回限りの使用とし、使い捨てとすることが好ましい場合がある。パターンシート 3 0 0 が、医薬品として用いられる場合、製造されるパターンシート 3 0 0 の生体への安全性を考慮して、使い捨てとすることが好ましい。また、使い捨てとすることで、モールド 2 0 0 A を洗浄する必要がなくなるので、洗浄によるコストを下げることができる。特に、パターンシート 3 0 0 が、医薬品として用いられる場合には、高い洗浄性が求められるため、洗浄コストが高くなる。

【 0 0 8 7 】

50

製造されるパターンシート 300 の突起状パターン 303 とは、複数の突起部 302 が、定められた数、及び位置にアレイ状に配列されている状態をいう。突起部 302 とは、先端側に先細りの形状を意味し、錐体形状、及び多段の錐体形状を含む。多段の錐体形状は、底面から先端に向けて角度の異なる側面を有する錐体形状を意味する。

【0088】

突起部 302 の高さは、0.2 mm ~ 2 mm の範囲であり、好ましくは、0.3 mm ~ 1.5 mm である。

【0089】

本発明の凹段差部に凹状パターンを有するモールドの作製方法によれば、モールドを作製するための熱可塑性樹脂原版の凹状パターン及び凹状パターンが形成された凹段差部の形状を安定して形成することができる。したがって、その後の工程において、安定して、電鍍金型、及び、モールドを作製することができる。また、作製されたモールドを用いてパターンシートを製造することで、作業を容易に行うことができ、かつ、安定した形状のパターンシートを製造することができる。

10

【0090】

<その他>

本発明の技術的範囲は、上記の実施形態に記載の範囲には限定されない。各実施形態における構成等は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、各実施形態間で適宜組み合わせることができる。

【実施例】

20

【0091】

以下に、本発明の実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。なお、以下の実施例に示される材料、使用量、割合、処理内容、処理手順等は、本発明の趣旨を逸脱しない限り適宜変更することができる。したがって、本発明の範囲は以下に示す具体例により限定的に解釈されるべきものではない。

【0092】

<実施例 1>

(原版)

寸法 6 × 4 cm、厚み t 0.5 cm の平滑なアルミニウム合金板の中央に、直径 φ 17.0 mm、高さ 0.5 mm の円柱台を形成した。円柱台の中央に、下面直径 φ 0.8 mm で、上面直径 φ 0.4 mm の、高さ 0.2 mm の円錐台の上に、直径 φ 0.4 mm、高さ 0.9 mm の円錐が形成された針状構造の突起部を、ピッチ 1 mm の最密充填で、円形配列に 121 本を切削加工し、原版とした。

30

【0093】

(熱可塑性樹脂板)

直径 φ 20 cm、厚み 0.3 cm の平板に、直径 φ 17.0 mm、深さ 0.45 mm の凹段差を最密充填配列にて 24 個設けた LLDPE 製の板を、射出成形にて製作した。

【0094】

(熱可塑性樹脂板と石英基板との貼り合せ)

熱可塑性樹脂板の凹段差形成面と反対の面に、φ 20 cm、厚み t 0.2 mm の石英基板を、両面接着フィルムを介して貼り合せた。

40

【0095】

(位置合わせプロセス)

原版を、Z 軸駆動を有する原版用ステージに取り付け、固定した。熱可塑性樹脂板と石英基板とを貼り合せ積層体を、原版と対面に設置した X - Y 軸駆動を有するワークステージに取り付け、固定した。(この時の X 軸、Y 軸、及び Z 軸は、それぞれ X₀、Y₀、及び Z₀)。

【0096】

(1) 原版位置ずれ補正

ワークステージを所定の X_ib 及び Y_ib 座標に移動させ、原版を 120 に加熱し、熱

50

可塑性樹脂板を10Nの力でZ軸方向に押圧し、冷却してから原版を熱可塑性樹脂板から離し、Z0に戻した。熱可塑性樹脂板の表面(X_{ib} , Y_{ib})に針状構造の突起部の反転構造が転写された。

【0097】

ここで、固定点(X_c , Y_c , Z_c)に撮像装置(Keyence社製:画像処理システムXG-7000)のCCDカメラを投入し、熱可塑性樹脂板の(X_{ib} , Y_{ib})位置に転写された針状構造の反転構造の中心(X_{im} , Y_{im})を検出した。原版の位置ずれ量を、X方向($X_{ib} - X_{im}$)、Y方向($Y_{ib} - Y_{im}$)と算出した。

【0098】

(2)凹段差位置検出

CCDカメラを(X_c , Y_c , Z_c)に固定したまま、熱可塑性樹脂板のX、及びYの位置を移動し、24個の凹段差の全ての中心位置座標(X_n , Y_n)を($n = 1 \sim 24$)を検出した。

【0099】

(押付プロセス)

ワークステージを $n = 1$ の凹段差($X_1 - (X_{ib} - X_{im})$, $Y_1 - (Y_{ib} - Y_{im})$)に移動し、原版を117に加熱し、熱可塑性樹脂板を80Nの力で、保持時間 t でZ軸方向に押圧し、冷却してから原版を熱可塑性樹脂板から離し、Z0に戻した。熱可塑性樹脂板の段差中心(X_1 , Y_1)に針状構造の反転構造が転写された。さらに、残り23個($n = 2 \sim 24$)の凹段差($X_n - (X_{ib} - X_{im})$, $Y_n - (Y_{ib} - Y_{im})$)についても同様にZ軸方向に押圧し、冷却してから原版を熱可塑性樹脂板から離し、Z0に戻すプロセスを繰り返し、24個の凹段差中心全てに針状構造の反転構造が転写された。凹段差部の周囲には、原版を押圧することで押し退けられた樹脂により凸部が形成されていた。

【0100】

(電鍍金型作製)

(1)スパッタプロセス(導電化処理)

凹段差の中心に針状構造の反転構造が形成された熱可塑性樹脂板の表面に、ニッケルスパッタを施し、熱可塑性樹脂板の表面及び凹段差、及び反転構造内にNiの薄膜を形成した。

【0101】

(2)電鍍プロセス

次に、Niの薄膜により導電化処理を施した熱可塑性樹脂板に、電鍍法によって表面及び凹段差、及び反転構造内にNiを付与し、熱可塑性樹脂板の表面の反転形状となる金属体を形成した。具体的には、導電化処理を施した熱可塑性樹脂板をホルダーに固定したものを陰極とし、Niのペレットを金属製のケースに保持して陽極としたものを、同時に電鍍液中に浸漬し、通電することで、熱可塑性樹脂板の表面にNiの膜が形成されるものである。

【0102】

形成された金属体から、熱可塑性樹脂板を剥離すると、表面に凸段差が形成され、凸段差の中心には針状構造が形成されていた。これを電鍍金型とした。

【0103】

(モールド作製)

シリコーン樹脂(Nusil社製: MED-6015)の主剤と硬化剤と1:10の比率で混合したものを準備し、電鍍金型の凸段差の中心の針状構造に滴下し、その後、PETシートで上から軽く押圧した状態で層を形成した。電鍍金型を120に加熱したオープン内で30minの間加熱し、シリコーン樹脂を硬化させた。硬化させたシリコーン樹脂を電鍍金型から剥離すると、電鍍金型の凸段差の中心に形成された針状構造が反転した、凹段差の中心に針状構造の反転構造を有するシリコーン樹脂製のモールドを作製することができた。モールドを針状構造の反転構造が中心になるように、 $\phi 20$ mmの円形刃で打ち抜き、位置合わせに使用したパッチを除く23個のモールドを製作した。

【 0 1 0 4 】

(パターンシート作製)

(1) 基材液の調製

ヒドロキシプロピルセルロース (日本曹達社製) を水で溶解し、 3 0 % の水溶液に調液した基材液を準備した。調液後、 3 k P a の減圧環境下で 4 分間晒し、脱気を行った。

【 0 1 0 5 】

(2) 基材液の充填

水平な吸引台上に表面が上になるようにモールドを設置し、モールド裏面方向からゲージ圧 9 0 k P a の吸引圧で減圧して、モールドを吸引台に固定した。脱気した基材液をモールドに形成された凹段差内に、基材液が凹段差の上面から少し盛り上がるように滴下し、数分放置した後、基材液が針状構造の反転構造内に充填されたことを確認した。モールドに形成された凹段差により、基材液が流動することが防止された。

10

【 0 1 0 6 】

(3) 基材液の乾燥

温度 2 3 、相対湿度 4 5 % R H、及び風速 0 . 4 m / s の環境下で、 3 5 のホットプレートの上にモールドを設置し、1 昼夜静置し、基材液を乾燥させた。乾燥した基材液はモールドの凹段差に接触した状態の円形シートとなっていた。

【 0 1 0 7 】

(4) 剥離

円形シートをモールドから剥離すると、モールドと接触していた面に、モールドの構造が反転した針状構造が形成されており、微細な突起状パターンを有する平坦なパターンシートを成形することができた。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 0 8 】

1 0、3 1 0、4 1 0、5 1 0 原版

1 1 台

1 2 主面

1 3 突起部

1 3 A 針部

1 3 B 錐台部

30

1 4 突起状パターン

1 5、3 1 5 基板

2 0 熱可塑性樹脂板

2 1 主面

2 2 主面

2 3 凹段差部

2 3 A 底面

2 3 B 壁面

2 4 凹部

2 5 凹状パターン

40

2 6 熱可塑性樹脂原版

2 7 凸部

3 0 石英基板

3 1 両面接着フィルム

3 2 ワークステージ

4 0、4 4 0、5 4 0 原版用ステージ

6 0 撮像装置

6 1 ミラー

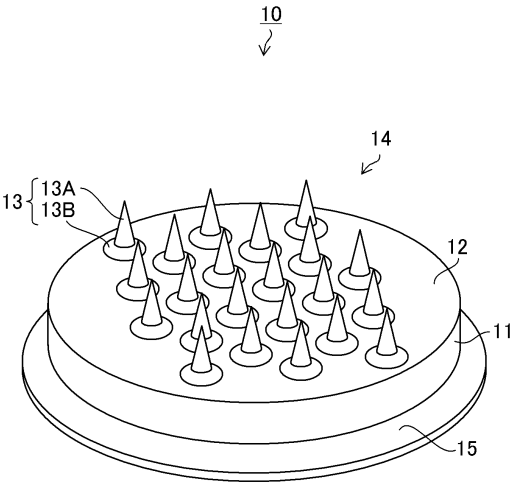
1 0 0 陰極

1 0 1 シャフト

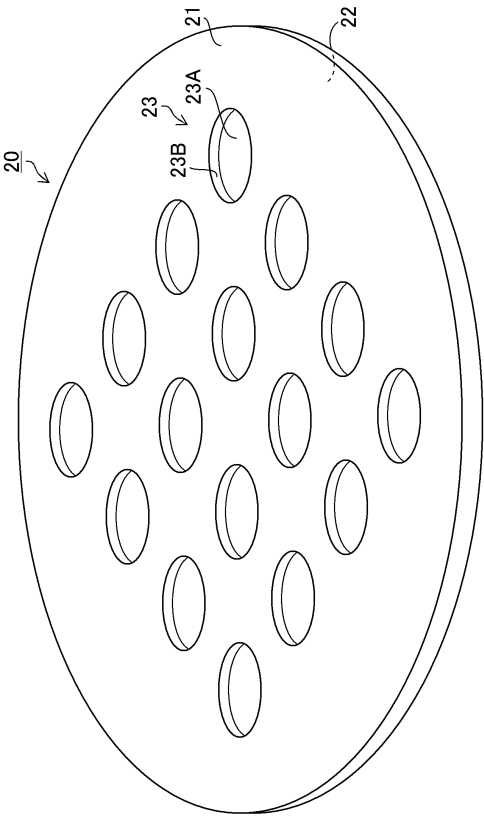
50

1 0 2	陰極板	
1 0 3	導電リング	
1 3 0	電鍍装置	
1 3 2	電鍍液	
1 3 2 A	電鍍液	
1 3 4	電鍍槽	
1 3 6	ドレーン槽	
1 3 8	N i ペレット	
1 4 0	チタンケース	
1 4 2	排水配管	10
1 4 4	供給配管	
1 5 0	金型	
1 5 2	主面	
1 5 3	平坦部	
1 5 4	凸段差部	
1 5 5	突起部	
1 5 5 A	針部	
1 5 5 B	錐台部	
1 5 6	突起状パターン	
1 5 7	凹部	20
1 5 8	主面	
1 5 9	凹部	
1 7 2	設置台	
1 7 4	堰部材	
1 8 0	シート	
2 0 0	モールド	
2 0 0 A	モールド	
2 0 1	主面	
2 0 2	主面	
2 0 3	凹段差部	30
2 0 3 A	底面	
2 0 3 B	壁面	
2 0 4	凹部	
2 0 5	凹状パターン	
2 0 6	凸部	
2 1 2	ポリマー溶解液	
3 0 0	パターンシート	
3 0 1	シート部	
3 0 2	突起部	
3 0 2 A	針部	40
3 0 2 B	錐台部	
3 0 3	突起状パターン	
3 1 6	エッジ部	
3 1 7、4 1 7、5 1 7	貫通孔	
4 1 8、5 1 8	構造体	
4 1 9	凸部	
4 2 0	保持部材	
4 2 1、5 2 1	ネジ	
4 2 2、5 2 2	凸面	
5 2 3	凹部	50

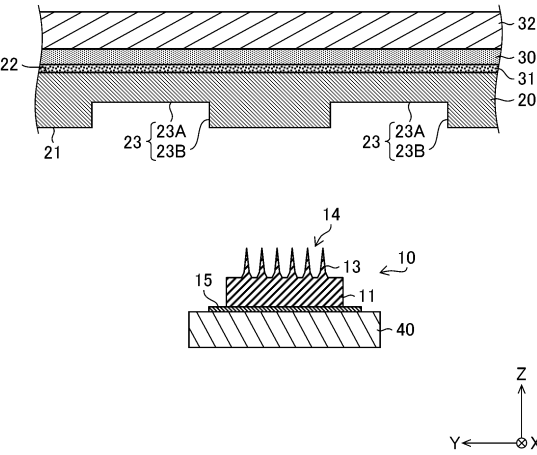
5 2 4 段差部
R 樹脂
【図面】
【図 1】



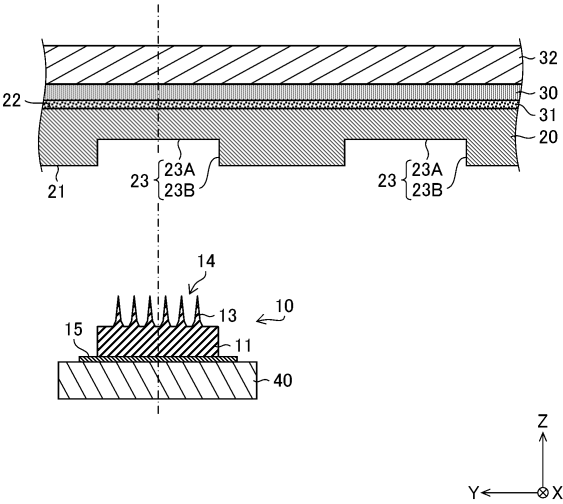
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

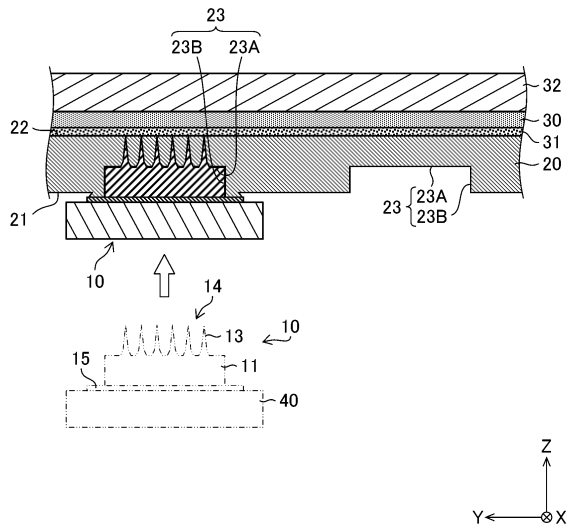
20

30

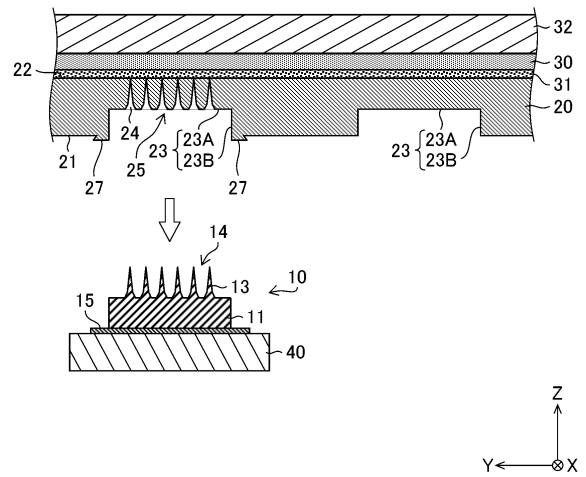
40

50

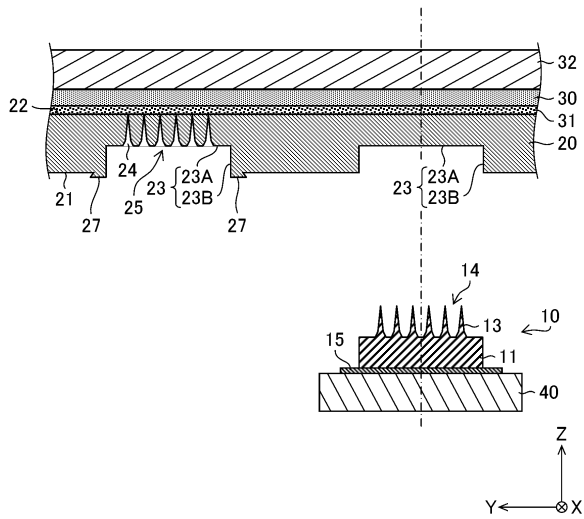
【圖 5】



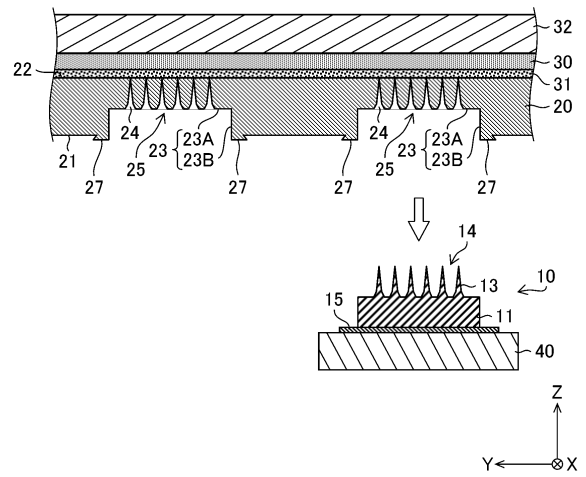
【 図 6 】



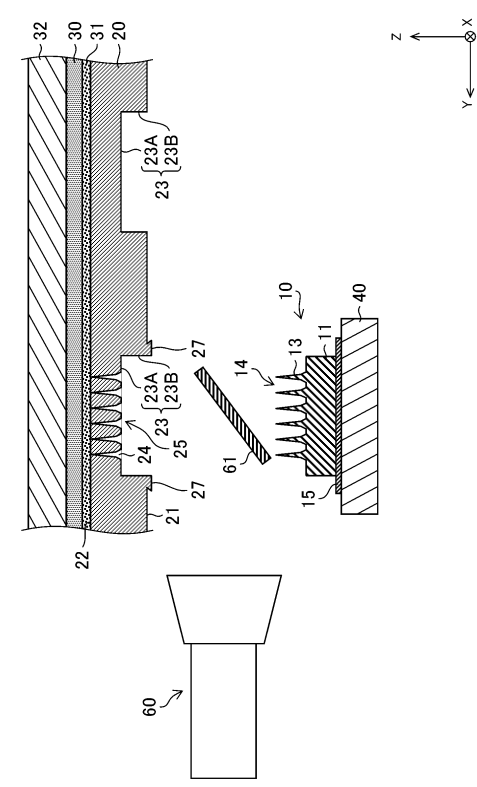
【圖 7】



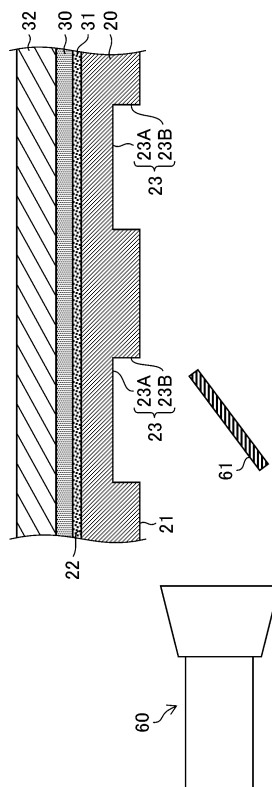
【圖 8】



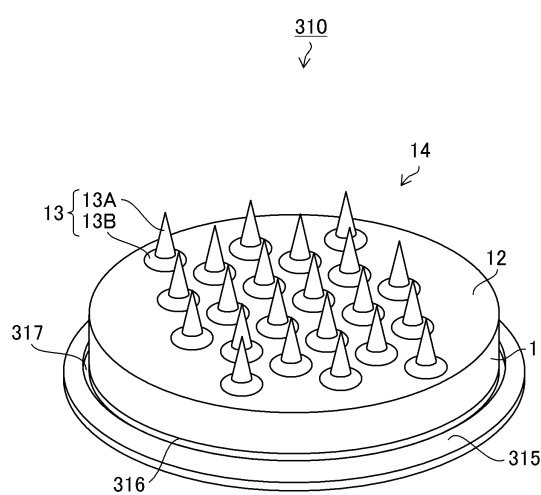
【図 9】



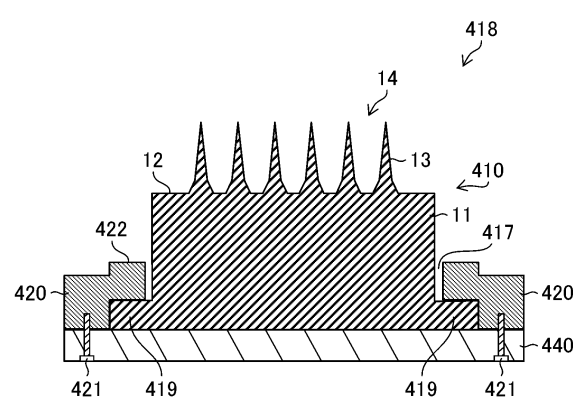
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

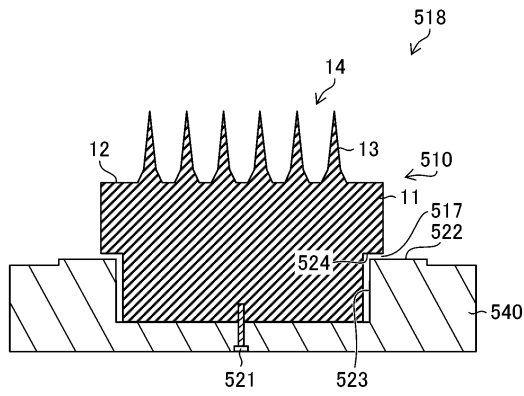
20

30

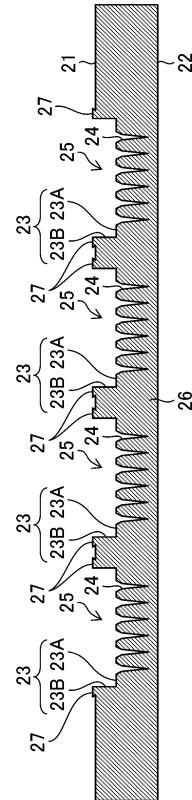
40

50

【 図 1 3 】



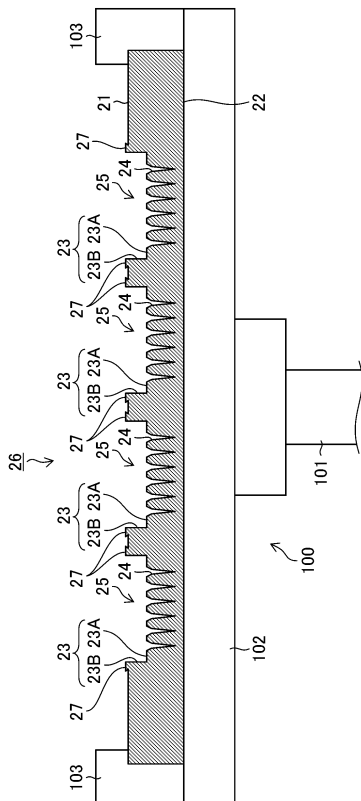
【 図 1 4 】



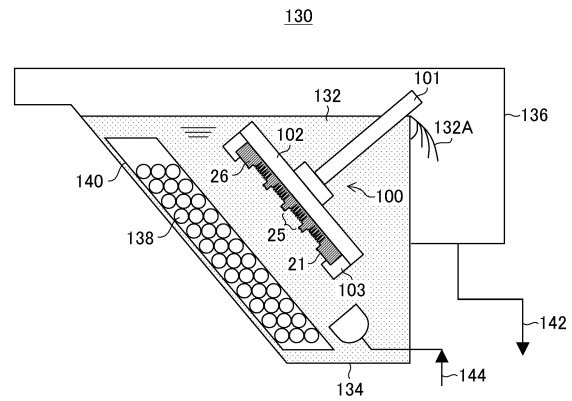
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

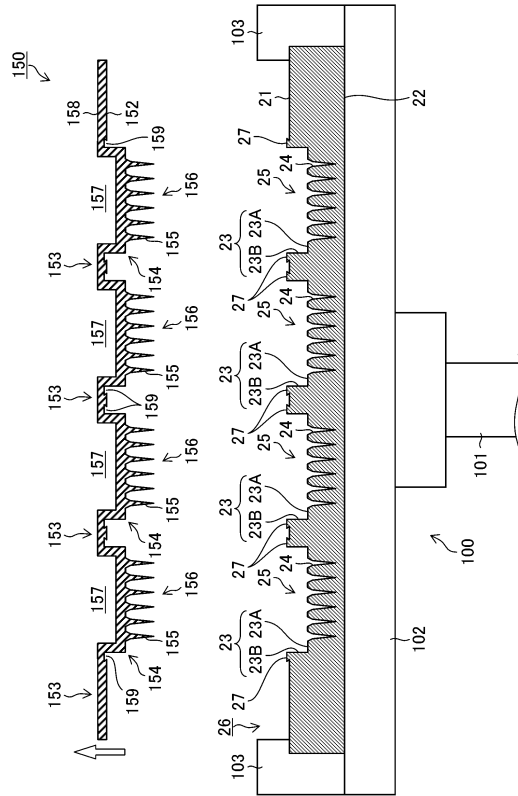


30

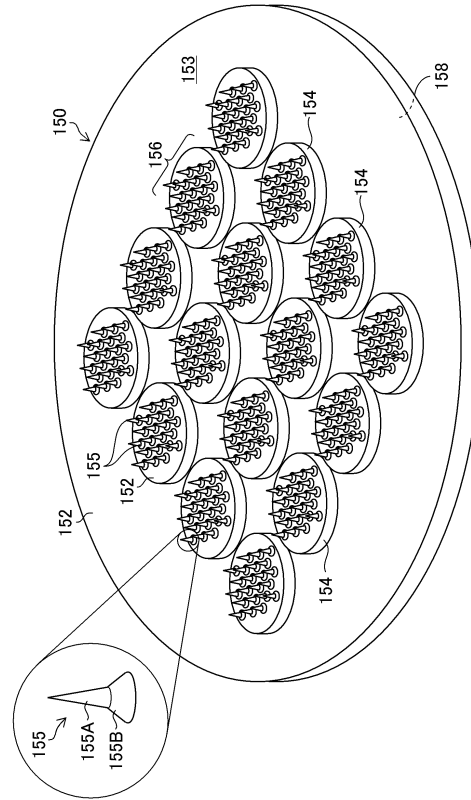
40

50

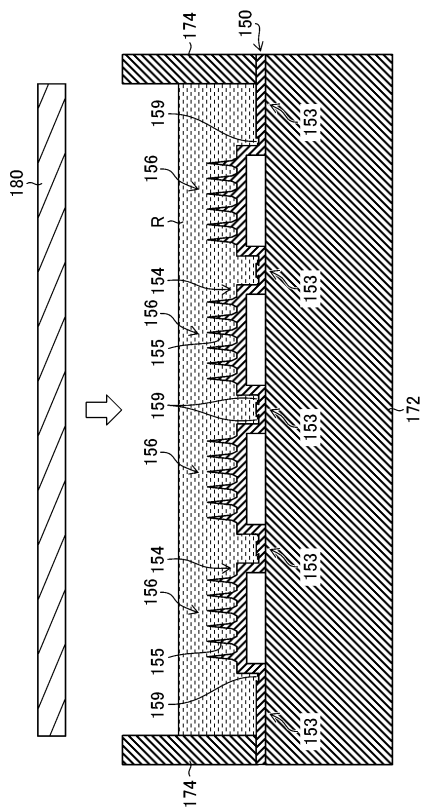
【 図 1 7 】



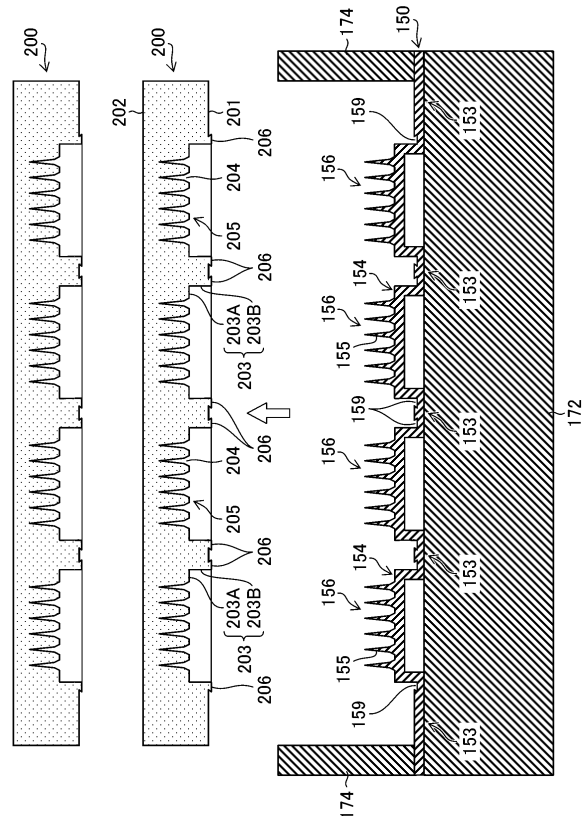
【 図 1 8 】



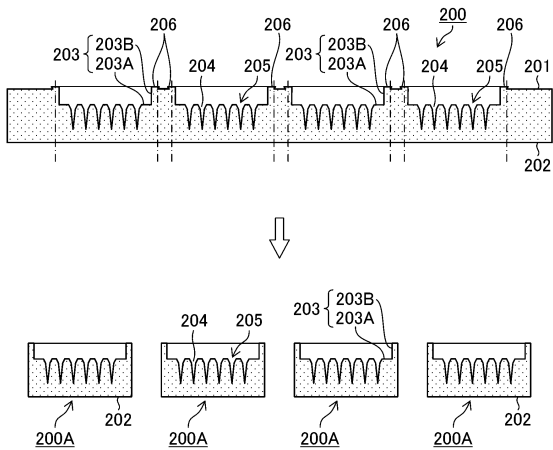
【 圖 1 9 】



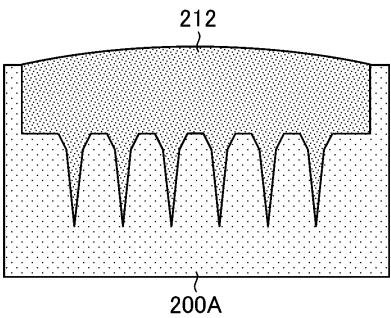
【 図 2 0 】



【図 2 1】

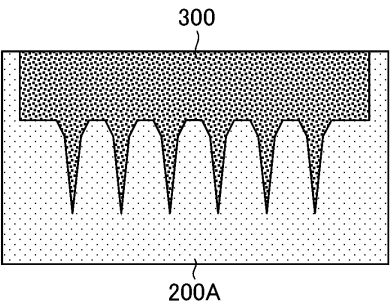


【図 2 2】

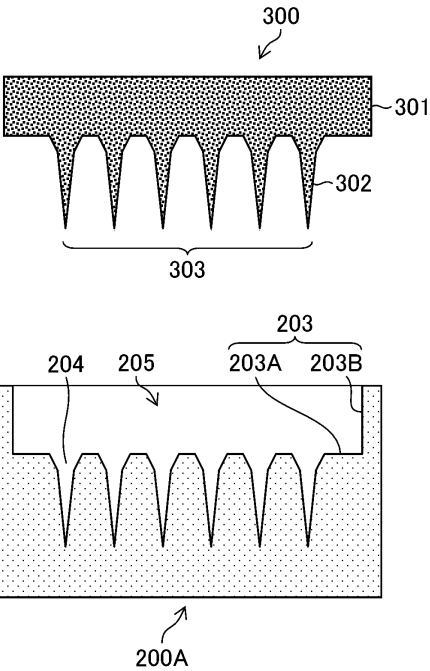


10

【図 2 3】



【図 2 4】



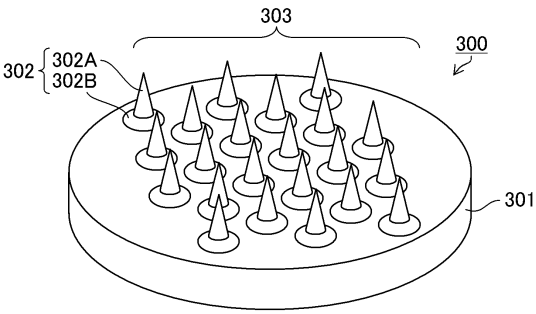
20

30

40

50

【 図 2 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 神奈川県足柄上郡開成町牛島 5 7 7 番地 富士フイルム株式会社内
(72)発明者 宇佐 利裕
神奈川県足柄上郡開成町牛島 5 7 7 番地 富士フイルム株式会社内
(72)発明者 池田 梢
神奈川県足柄上郡開成町牛島 5 7 7 番地 富士フイルム株式会社内
審査官 ▲高▼橋 理絵
(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 7 / 0 5 6 8 9 4 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 5 / 1 4 7 0 3 0 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 9 / 2 2 5 2 8 8 (W O , A 1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
B 2 9 C 5 9 / 0 0 - 5 9 / 1 8
B 2 9 C 3 3 / 0 0 - 3 3 / 7 6
A 6 1 M 3 7 / 0 0