

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-27181

(P2021-27181A)

(43) 公開日 令和3年2月22日(2021.2.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 502D	4F202
B29C 33/38 (2006.01)	B29C 33/38	5F146

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2019-144146 (P2019-144146)	(71) 出願人	000002897 大日本印刷株式会社 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(22) 出願日	令和1年8月6日(2019.8.6)	(74) 代理人	100132207 弁理士 太田 昌孝
		(72) 発明者	山田 淳一 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
		(72) 発明者	雨海 真也 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
		Fターム(参考)	4F202 AF01 AG05 AJ06 AJ09 CA19 CB01 CD24 CD30 5F146 AA32 DA05 DA29 EA13 EA23 EB02 LA18

(54) 【発明の名称】 インプリントモールド用基板及びインプリントモールド、並びにそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】単純なプロセスにより製造可能であって、側面に遮光膜を容易に形成可能な凸構造部を有するインプリントモールド用基板及びインプリントモールド、並びにそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】インプリントモールド用基板は、第1面及び前記第1面に対向する第2面を有する基部と、前記基部の前記第1面から突出する凸構造部とを備え、前記凸構造部は、前記第1面から立ち上がる第1側面及び前記第1面に実質的に平行な第1上面を有する第1凸部と、前記第1上面から立ち上がる第2側面及び前記第1面に実質的に平行な第2上面を有する第2凸部とを含み、前記第1上面には、前記第2凸部の周囲を取り囲む第1突出部が設けられている。

【選択図】 図1

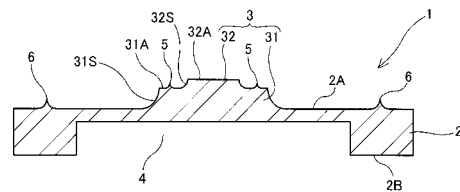


FIG.1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 面及び前記第 1 面に対向する第 2 面を有する基部と、
前記基部の前記第 1 面から突出する凸構造部と
を備え、

前記凸構造部は、前記第 1 面から立ち上がる第 1 側面及び前記第 1 面に実質的に平行な第 1 上面を有する第 1 凸部と、前記第 1 上面から立ち上がる第 2 側面及び前記第 1 面に実質的に平行な第 2 上面を有する第 2 凸部とを含み、

前記第 1 上面には、前記第 2 凸部の周囲を取り囲む第 1 突出部が設けられている
インプリントモールド用基板。

10

【請求項 2】

前記第 1 突出部の突出高さは、前記第 2 凸部の高さよりも低い
請求項 1 に記載のインプリントモールド用基板。

【請求項 3】

前記第 1 凸部の突出高さは、前記第 2 凸部の突出高さよりも高い
請求項 1 又は 2 に記載のインプリントモールド用基板。

【請求項 4】

前記第 1 側面は、凹状のラウンド形状を有する
請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のインプリントモールド用基板。

【請求項 5】

前記第 2 側面は、凹状のラウンド形状を有する
請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のインプリントモールド用基板。

20

【請求項 6】

前記基部の前記第 1 面には、アライメントマークとして機能する第 2 突出部が設けられている
請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のインプリントモールド用基板。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のインプリントモールド用基板の前記第 2 上面に、凹凸パターンが形成されている
インプリントモールド。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載のインプリントモールド用基板を製造する方法であって、

主面及び前記主面に対向する対向面を有し、前記主面上にハードマスク層が設けられている基材を準備する基材準備工程と、

前記ハードマスク層に対するエッチング処理を行うことで、前記第 2 凸部に対応する第 2 マスクパターン及び前記第 2 マスクパターンとの間に環状開口部を挟むようにして前記第 2 マスクパターンを取り囲む第 1 マスクパターンを含むマスクパターンを形成するマスクパターン形成工程と、

少なくとも前記環状開口部及び前記第 2 マスクパターンを一体的に被覆するレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、

前記マスクパターン及び前記レジストパターンをエッチングマスクとして前記基材にウェットエッチング処理を施す第 1 エッチング工程と、

露出する前記第 1 マスクパターンを除去するマスクパターン除去工程と、

前記レジストパターンを除去した後に残存する前記第 2 マスクパターンをエッチングマスクとして前記基材にウェットエッチング処理を施す第 2 エッチング工程と
を含むインプリントモールド用基板の製造方法。

40

【請求項 9】

インプリントモールドを製造する方法であって、

請求項 8 に記載のインプリントモールド用基板の製造方法により製造された前記インプ

50

リントモールド用基板の前記第2凸部の前記第2上面に凹凸パターンを形成する工程を含むインプリントモールドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、インプリントモールド用基板及びインプリントモールド、並びにそれらの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

微細加工技術として知られているナノインプリント技術は、基材の表面に凹凸パターンが形成されてなるインプリントモールドを用い、当該凹凸パターンを被加工物に等倍転写するパターン形成技術である。特に、半導体デバイスにおける配線パターン等のさらなる微細化等に伴い、その製造プロセス等における一手段としてナノインプリント技術が注目されている。

【0003】

ナノインプリント技術において用いられるインプリントモールドは、例えば、第1面及びそれに対向する第2面を有する基材と、基材の第1面から突出する凸構造部とを備えるインプリントモールド用基板を準備し、当該インプリントモールド用基板の凸構造部の上面に凹凸パターンを形成することで作製される。インプリントモールド用基板における凸構造部として、下段部をウェットエッチングで形成し、上段部をドライエッチングで形成してなる2段構造の凸構造部が知られている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-251601号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、インプリントモールドの凸構造部には、所定の突出高さを有することが要求される。凸構造部は、通常、基材に対するエッチングにより形成されるため、所定の突出高さを有する凸構造部を形成するためには、エッチング時間等を考慮して、ウェットエッチング処理が選択される。一方で、ウェットエッチングにより凸構造部を形成すると、凸構造部の上面の端辺にうねりが生じてしまうという問題がある。その点、上記特許文献1に記載の凸構造部においては、下段部をウェットエッチングにて形成し、上段部をドライエッチングにより形成することで、凸構造部全体としての突出高さに対する要求を満たしつつ、凸構造部の上面の端辺にうねりが生じるのを抑制することができる。

【0006】

しかしながら、上記特許文献1に記載の凸構造部においては、上段部を形成するのにドライエッチング処理を採用するため、インプリントモールド用基板の製造にかかる時間やコストをこれ以上低減することは困難である。

【0007】

また、上記凸構造部は、以下のようにして形成される。基材200上に形成された下段部用マスク410をエッチングマスクとして基材200をウェットエッチングして下段部310を形成した後（図8A参照）、下段部用マスク410を除去して上段部用マスク420を形成し（図8B参照）、上段部用マスク420をエッチングマスクとして基材200をドライエッチングして上段部320を形成する（図8C参照）。このように、下段部用マスク410と上段部用マスク420とが別工程で形成されるため、下段部310上に形成される上段部用マスク420の位置精度が問題となる。より具体的には、上段部用マスク420の位置精度によっては、上段部320が下段部310の中央から位置ずれして形成されてしまうおそれがある。

10

20

30

40

50

【0008】

さらに、凸構造部を有するインプリントモールドにおいて、従来、凸構造部の側面に遮光膜等の機能性膜を形成することが提案されている。凸構造部の側面に遮光膜を形成することで、モールドの凹凸パターンが転写された樹脂（凸構造部直下の樹脂）のみを硬化させることができるという効果が期待される。しかしながら、上記特許文献1に記載のインプリントモールドのように、凸構造部の上段部の側面が垂直面（基材面に対して垂直）であるため、遮光膜等の機能性膜に成膜欠陥が生じやすいという問題がある。

【0009】

上記課題に鑑みて、本開示は、単純なプロセスにより製造可能であって、側面に遮光膜を容易に形成可能な凸構造部を有するインプリントモールド用基板及びインプリントモールド、並びにそれらの製造方法を提供することを一目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本開示の一実施形態として、第1面及び前記第1面に対向する第2面を有する基部と、前記基部の前記第1面から突出する凸構造部とを備え、前記凸構造部は、前記第1面から立ち上がる第1側面及び前記第1面に実質的に平行な第1上面を有する第1凸部と、前記第1上面から立ち上がる第2側面及び前記第1面に実質的に平行な第2上面を有する第2凸部とを含み、前記第1上面には、前記第2凸部の周囲を取り囲む第1突出部が設けられているインプリントモールド用基板が提供される。

【0011】

前記第1突出部の突出高さは、前記第2凸部の高さよりも低くてもよく、前記第1凸部の突出高さは、前記第2凸部の突出高さよりも高くてもよく、前記第1側面は、凹状のラウンド形状を有していてもよく、前記第2側面は、凹状のラウンド形状を有していてもよく、前記基部の前記第1面には、アライメントマークとして機能する第2突出部が設けられていてもよい。

20

【0012】

本開示の一実施形態として、上記インプリントモールド用基板の前記第2上面に、凹凸パターンが形成されているインプリントモールドが提供される。

【0013】

本開示の一実施形態として、上記インプリントモールド用基板を製造する方法であって、主面及び前記主面に対向する対向面を有し、前記主面上にハードマスク層が設けられている基材を準備する基材準備工程と、前記ハードマスク層に対するエッチング処理を行うことで、前記第2凸部に対応する第1ハードマスクパターン及び前記第1ハードマスクパターンとの間に環状開口部を挟むようにして前記第1ハードマスクパターンを取り囲む第2ハードマスクパターンを含むハードマスクパターンを形成するハードマスクパターン形成工程と、少なくとも前記環状開口部、並びに前記第1ハードマスクパターンの一部及び前記第2ハードマスクパターンの一部を一体的に被覆するレジストパターンを形成するレジストパターン形成工程と、前記ハードマスクパターン及び前記レジストパターンをエッチングマスクとして前記基材にウェットエッチング処理を施す第1エッチング工程と、前記レジストパターンを除去した後に前記ハードマスクパターンをエッチングマスクとして前記基材にウェットエッチング処理を施す第2エッチング工程とを含むインプリントモールド用基板の製造方法が提供される。

30

40

【0014】

本開示の一実施形態として、インプリントモールドを製造する方法であって、上記インプリントモールド用基板の製造方法により製造された前記インプリントモールド用基板の前記第2凸部の前記第2上面に凹凸パターンを形成する工程を含むインプリントモールドの製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0015】

本開示によれば、単純なプロセスにより製造可能であって、側面に遮光膜を容易に形成

50

可能な凸構造部を有するインプリントモールド用基板及びインプリントモールド、並びにそれらの製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板の一の態様の概略構成を示す切断端面図である

【図2】図2は、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板の一の態様の凸構造部の近傍の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

【図3】図3は、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板の他の態様の凸構造部の近傍の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

【図4】図4は、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの概略構成を示す切断端面図である。

【図5A】図5Aは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5B】図5Bは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Aに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5C】図5Cは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Bに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5D】図5Dは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Cに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5E】図5Eは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Dに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5F】図5Fは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Eに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5G】図5Gは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Fに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図5H】図5Hは、本開示の一実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の一工程であって、図5Gに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図6A】図6Aは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の一の態様の一工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図6B】図6Bは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の一の態様の一工程であって、図6Aに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図6C】図6Cは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の一の態様の一工程であって、図6Bに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図7A】図7Aは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の他の態様の一工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図7B】図7Bは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の他の態様の一工程であって、図7Aに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図7C】図7Cは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の他の態様の一工程であって、図7Bに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図7D】図7Dは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の他の態様の一工程であって、図7Cに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図7E】図7Eは、本開示の一実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の一の態様の一工程であって、図7Dに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図8A】図8Aは、従来のインプリントモールド用基板の製造方法の一工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図8B】図8Bは、従来のインプリントモールド用基板の製造方法の一工程であって、図8Aに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

【図8C】図8Cは、従来のインプリントモールド用基板の製造方法の一工程であって、図8Bに続く工程を示す部分拡大切断端面図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】**【0017】**

本開示の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

当該図面においては、理解を容易にするために、各部の形状、縮尺、縦横の寸法比等を、実物から変更したり、誇張したりして示している場合がある。本明細書等において「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値のそれぞれを下限値及び上限値として含む範囲であることを意味する。本明細書等において、「フィルム」、「シート」、「板」等の用語は、呼称の相違に基づいて相互に区別されない。例えば、「板」は、「シート」、「フィルム」と一般に呼ばれ得るような部材をも含む概念である。

【0018】

図1は、本実施形態に係るインプリントモールド用基板の一の態様の概略構成を示す切断端面図であり、図2は、本実施形態に係るインプリントモールド用基板の一の態様の凸構造部の近傍の概略構成を示す部分拡大切断端面図であり、図3は、本実施形態に係るインプリントモールド用基板の他の態様の凸構造部の近傍の概略構成を示す部分拡大切断端面図である。

【0019】

図1～3に示すように、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1は、第1面2A及び当該第1面2Aに対向する第2面2Bを有する基部2と、基部2の第1面2Aから突出する凸構造部3と、基部2の第2面2B側に形成されている窪み部4とを備える。

【0020】

基部2は、インプリントモールド用基板として一般的なもの、例えば、石英ガラス基板、ソーダガラス基板、蛍石基板、フッ化カルシウム基板、フッ化マグネシウム基板、バリウムホウケイ酸ガラス、アミノホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸ガラス等の無アルカリガラス基板等のガラス基板、ポリカーボネート基板、ポリプロピレン基板、ポリエチレン基板、ポリメチルメタクリレート基板、ポリエチレンテレフタレート基板等の樹脂基板、少なくとも一部分に金属がドープされた上記基板、これらのうちから任意に選択された2以上の基板を積層してなる積層基板等の透明基板等により構成され得る。なお、本実施形態において「透明」とは、インプリント樹脂を硬化させ得る波長の光を透過可能であることを意味し、波長150nm～400nmの光線の透過率が60%以上であることを意味し、好ましくは90%以上、特に好ましくは95%以上である。

【0021】

基部2の大きさ(平面視における大きさ)は特に限定されるものではないが、基部2が上記石英ガラス基板からなる場合、例えば、基部2の大きさは152mm×152mm程度である。また、基部2の厚さは、強度、取り扱い適性等を考慮し、例えば、300μm～10mm程度の範囲で適宜設定され得る。

【0022】

基部2の第1面2Aから突出する凸構造部3は、平面視において基部2の略中央に設けられており、基部2の第1面2Aから立ち上がる第1側面31S及び第1面2Aに実質的に平行な第1上面31Aを有する第1凸部31と、第1上面31Aから立ち上がる第2側面32S及び第1面2Aに実質的に平行な第2上面32Aを有する第2凸部32とを含む。第1凸部31及び第2凸部32は、ウェットエッチング処理により形成されるため、第1側面31S及び第2側面32Sは、凹状に湾曲したラウンド形状を有する。

【0023】

第2凸部32の平面視における外郭形状は、略矩形形状である。第1凸部31の平面視における外郭形状は、特に限定されるものではない。第2凸部32の第2上面32Aは、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1からインプリントモールド10(図4参照)を作製する際に凹凸パターン11が形成される予定のパターン領域を含む。そのため、第2上面32Aの大きさは、当該インプリントモールド10(図4参照)を用いたインプリント処理を経て製造される製品等に応じて適宜設定されるものであり、例えば、30mm×25mm程度に設定される。

10

20

30

40

50

【0024】

凸構造部3の突出高さ T_3 (基部2の第1面2Aと第2凸部32の第2上面32Aとの間における基部2の厚み方向に沿った長さ)は、本実施形態におけるインプリントモールド用基板1が凸構造部3を備える目的を果たし得る限り、特に制限されるものではなく、例えば、 $10\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 程度に設定され得る。

【0025】

第1凸部31の突出高さ T_{31} (基部2の第1面2Aと第1凸部31の第1上面31Aとの間における基部2の厚み方向に沿った長さ)は、第2凸部32の突出高さ T_{32} (第1凸部31の第1上面31Aと第2凸部32の第2上面32Aとの間における基部2の厚み方向に沿った長さ)よりも長い。第2凸部32の突出高さ T_{32} は、 $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ であればよく、 $0.5\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ であるのが好ましい。本実施形態に係るインプリントモールド用基板1の第2凸部32は、後述するようにウェットエッチングにより形成されるが(図5H参照)、当該突出高さ T_{32} が $10\mu\text{m}$ を超えてしまうと、当該第2凸部32を形成するためのウェットエッチングによって、第2凸部32の第2上面32Aの端部にうねりが生じてしまうおそれがある。本実施形態においては、第2凸部32の突出高さ T_{32} が上記範囲であることで、第2凸部32の第2上面32A、すなわちインプリントモールド10における凹凸パターン11の形成される面の端部にうねりが生じておらず、かつ突出高さ T_{31} の相対的に高い第1凸部31により、凸構造部3全体としての突出高さ T_3 を確保することができる。

【0026】

第1上面31Aには、凸構造部3の第2凸部32の周囲を取り囲む第1突出部5が設けられている。また、基部2の第1面2Aには、アライメントマークとして機能する第2突出部6が設けられている。第2突出部6の突出高さ T_6 は、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1から作成されるインプリントモールド10(図4参照)を用いたインプリント処理時に、当該第2突出部6をアライメントマークとして機能させ得る程度、すなわちインプリント装置におけるアライメント装置にて第2突出部6を認識可能な程度である限りにおいて特に限定されない。

【0027】

本実施形態において、第2突出部6は、ウェットエッチングにより形成されるが(図5E参照)、第2突出部6に対応するエッチングマスク(第3マスクパターン213)は、凸構造部3(第1凸部31及び第2凸部32)に対応するエッチングマスク(第1マスクパターン211及び第2マスクパターン212)と同時にフォトリソグラフィにより形成される。そのため、凸構造部3(第1凸部31及び第2凸部32)に対し、第2突出部6は高い位置精度で形成されている。よって、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1から作製されるインプリントモールド10を用いたインプリント処理時におけるアライメント精度を向上させることができる。

【0028】

図3に示すように、第2凸部32の第2側面32Sには、遮光膜7が設けられていてもよい。本実施形態に係るインプリントモールド用基板1において、第2凸部32の第2側面32Sは、ウェットエッチングにより形成され、凹状のラウンド形状を有する。そのため、第2側面32Sに設けられている遮光膜7は、成膜欠陥(ピンホールなど)を実質的に有しない。したがって、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1から作製されるインプリントモールド10(図4参照)を用いたインプリント処理において、第2凸部32の第2上面32Aに形成される凹凸パターン11を高精度に転写することができる。

【0029】

第2側面32Sに設けられている遮光膜7は、インプリントモールド10(図4参照)を用いたインプリント処理において当該インプリントモールド10に照射される光(例えば、UV光等)を遮光可能な材料、例えば、クロム、チタン、タンタル、珪素、アルミニウム等の金属;窒化クロム、酸化クロム、酸窒化クロム等のクロム系化合物、酸化タンタル、酸窒化タンタル、酸化硼化タンタル、酸窒化硼化タンタル等のタンタル化合物、窒化

10

20

30

40

50

チタン、窒化珪素、酸窒化珪素等により構成されていけばよい。また、遮光膜 7 の膜厚も、当該光を遮光可能な厚さである限りにおいて特に制限されない。

【0030】

基部 2 の第 2 面 2 B には、所定の大きさの窪み部 4 が形成されている。窪み部 4 が形成されていることで、本実施形態に係るインプリントモールド用基板 1 から作製されるインプリントモールド 10 (図 4 参照) を用いたインプリント処理時、特にインプリント樹脂との接触時やインプリントモールド 10 の剥離時に、基部 2 の第 2 面 2 B が吸着チャック等で保持された状態で窪み部 4 に圧力を印加することにより、窪み部 4 により形成された基部 2 における厚みの薄い部分 (薄板部) のみを湾曲させることができる。その結果、凸構造部 3 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A とインプリント樹脂とを接触させるときに、凸構造部 3 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A に形成されている凹凸パターン 1 1 とインプリント樹脂との間に気体が挟みこまれてしまうのを抑制することができ、また、インプリント樹脂に凹凸パターン 1 1 が転写されてなる転写パターンからインプリントモールド 10 を容易に剥離することができる。

10

【0031】

窪み部 4 の平面視形状は、略円形状であるのが好ましい。略円形状であることで、インプリント処理時、特に凸構造部 3 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A とインプリント樹脂とを接触させるときや、インプリント樹脂からインプリントモールド 10 を剥離するとき、インプリントモールド 10 の薄板部や、凸構造部 3 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A を、その面内において実質的に均一に湾曲させることができる。

20

【0032】

窪み部 4 の平面視における大きさは、窪み部 4 を基部 2 の第 1 面 2 A 側に投影した投影領域内に、凸構造部 3 が包摂される程度の大きさである限り、特に制限されるものではない。当該投影領域が凸構造部 3 を包摂不可能な大きさであると、インプリントモールド 10 の凸構造部 3 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A の全面を効果的に湾曲させることができないおそれがある。

【0033】

本実施形態に係るインプリントモールド用基板 1 によれば、単純なプロセスにより製造することができるとともに、第 2 凸部 3 2 の第 2 側面 3 2 S に遮光膜 7 を容易に形成することができる。

30

【0034】

本実施形態に係るインプリントモールド用基板 1 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A には、当該第 2 上面 3 2 A にエッチング処理を施す際にマスクとして使用され得るハードマスク層 (図示省略) が設けられていてもよい。

【0035】

ハードマスク層を構成する材料としては、例えば、クロム、チタン、タンタル、珪素、アルミニウム等の金属；窒化クロム、酸化クロム、酸窒化クロム等のクロム系化合物、酸化タンタル、酸窒化タンタル、酸化硼化タンタル、酸窒化硼化タンタル等のタンタル化合物、窒化チタン、窒化珪素、酸窒化珪素等が挙げられ、これらを単独で、又は任意に選択した 2 種以上を組み合わせ用いることができる。

40

【0036】

ハードマスク層は、インプリントモールド用基板 1 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A にエッチング処理を施す際のマスクパターンとして用いられるものである。そのため、基部 2 の構成材料に応じ、エッチング選択比等を考慮して、ハードマスク層の構成材料を選択すればよい。例えば、基部 2 が石英ガラスにより構成される場合、ハードマスク層を構成する材料として酸化クロム等が好適に選択され得る。

【0037】

ハードマスク層の厚さは、基部 2 の構成材料に応じたエッチング選択比等を考慮して適宜設定される。例えば、基部 2 が石英ガラスにより構成され、ハードマスク層が酸化クロムにより構成される場合、ハードマスク層の厚さは、0.5 nm ~ 200 nm 程度の範囲

50

内で適宜設定され得る。

【0038】

図4は、本実施形態におけるインプリントモールドの概略構成を示す切断端面図である。本実施形態におけるインプリントモールド10は、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1(図1~3参照)を用いて作製されるものである。したがって、上記インプリントモールド用基板1と同様の構成については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略するものとする。

【0039】

本実施形態におけるインプリントモールド10は、本実施形態に係るインプリントモールド用基板1(図1~3参照)の凸構造部3の第2凸部32の第2上面32Aに形成されている凹凸パターン11を有する。

10

【0040】

凹凸パターン11の形状、寸法等は、本実施形態に係るインプリントモールド10を用いて製造される製品等にて要求される形状、寸法等に応じて適宜設定され得る。例えば、凹凸パターン11の形状としては、ラインアンドスペース状、ピラー状、ホール状、格子状等が挙げられる。また、凹凸パターン11の寸法は、例えば、10nm~200nm程度に設定され得る。

【0041】

本実施形態におけるインプリントモールド10によれば、単純なプロセスにより製造することができるとともに、第2凸部32の第2側面32Sに遮光膜7を容易に形成することができるという効果が奏される。

20

【0042】

上述した構成を有するインプリントモールド用基板1の製造方法の一例について説明する。図5A~図5Hは、本実施形態に係るインプリントモールド用基板を製造する方法の各工程を示す部分拡大切断端面図である。

【0043】

まず、主面20A及び主面20Aに対向する対向面20Bを有する基板20を準備し、当該基板20の主面20Aにハードマスク層21及びレジスト層22をこの順に積層し(図5A参照)、上記レジスト層22に対して所定の開口を有するフォトマスク(図示省略)を介した露光処理及び現像処理を施すことで、インプリントモールド用基板1の第1凸部31に対応する第1レジストパターン221、第2凸部32に対応する第2レジストパターン222及び第2突出部6に対応する第3レジストパターン223を形成する(図5B参照)。

30

【0044】

ハードマスク層21を構成する材料としては、例えば、クロム、チタン、タンタル、珪素、アルミニウム等の金属;窒化クロム、酸化クロム、酸窒化クロム等のクロム系化合物、酸化タンタル、酸窒化タンタル、酸化硼化タンタル、酸窒化硼化タンタル等のタンタル化合物、窒化チタン、窒化珪素、酸窒化珪素等を挙げることができ、これらを単独で、又は任意に選択した2種以上を組み合わせる用いることができる。

【0045】

ハードマスク層21は、後述する工程(図5C参照)にてパターンニングされ、インプリントモールド用基板1の第1凸部31及び第2凸部32をエッチングにより形成する際のマスクパターンとして用いられるものである。そのため、基部2の構成材料に応じ、エッチング選択比等を考慮して、ハードマスク層21の構成材料を選択するのが好ましい。例えば、基部2が石英ガラスにより構成される場合、ハードマスク層21を構成する材料として酸化クロム等が好適に選択され得る。

40

【0046】

ハードマスク層21の厚さは、基板20の構成材料に応じたエッチング選択比等を考慮して適宜設定される。例えば、基板20の構成材料が石英ガラスであって、ハードマスク層21の構成材料が酸化クロムである場合、ハードマスク層21の厚さは、0.5nm~

50

200 nm程度の範囲内で適宜設定され得る。

【0047】

基板20の主面20Aにハードマスク層21を形成する方法としては、特に限定されるものではなく、例えば、スパッタリング、PVD (Physical Vapor Deposition)、CVD (Chemical Vapor Deposition)等の公知の成膜方法が挙げられる。

【0048】

基板20の主面20A上のハードマスク層21を覆うようにしてスピコート法等により形成されるレジスト層22を構成する材料は、特に限定されるものではなく、例えば、ネガ型又はポジ型の感光性材料等を用いることができるが、ネガ型の感光性材料を用いるのが好ましい。レジスト層22の膜厚は、特に限定されるものではなく、ハードマスク層21の構成材料に応じた選択比等に応じて適宜設定され得る。

【0049】

本実施形態において、第1レジストパターン221、第2レジストパターン222及び第3レジストパターン223をマスクとしてハードマスク層21にドライエッチング処理を施すことで、第1凸部31に対応する第1マスクパターン211、第2凸部32に対応する第2マスクパターン212及び第2突出部6に対応する第3マスクパターン213が形成される。すなわち、各レジストパターン221~223の大きさ(サイズ)と各マスクパターン211~213の大きさ(サイズ)とは実質的に同一となる。そして、第1マスクパターン211の外郭形状の大きさ(サイズ)は、第1凸部31の外郭形状の大きさ(サイズ)よりも大きく、第1上面31Aを包摂可能な大きさで構成される。よって、第1レジストパターン221の外郭形状の大きさ(サイズ)も、第1凸部31の外郭形状の大きさ(サイズ)よりも大きく、第1上面31Aを包摂可能な大きさで構成される。

【0050】

第1レジストパターン221は、第2レジストパターン222の周囲を取り囲むように、かつ第2レジストパターン222との間に所定の間隔をあけるようにして形成される。第1レジストパターン221と第2レジストパターン222との間に所定の間隔があいていることで、第1マスクパターン211と第2マスクパターン212との間に環状開口部23を形成することができる。第1マスクパターン211は、後述する第1ウェットエッチング工程(図5E参照)において第1凸部31を形成するためのマスクとして用いられ、第2マスクパターン212は、後述する第2ウェットエッチング工程(図5H参照)において第2凸部32を形成するためのマスクとして用いられるが、第1マスクパターン211の外郭形状に対する第2マスクパターン212の位置精度は、各レジストパターン221~223を形成するフォトリソグラフィにおける精度に依存することになる。そのため、第2マスクパターン212は、第1マスクパターン211の外郭形状に対して実質的に中心に位置するように、高い精度で形成され得る。

【0051】

上記のようにして形成された各レジストパターン221~223をエッチングマスクとし、開口部から露出するハードマスク層21を、例えば、塩素系($Cl_2 + O_2$)のエッチングガスを用いてドライエッチングすることで、基板20の主面20A上に各マスクパターン211~213を形成する(図5C参照)。

【0052】

第1マスクパターン211は、後述する第1ウェットエッチング工程(図5E参照)において、第1凸部31を形成するためのマスクとして用いられる。そして、第1凸部31を形成するためのウェットエッチング工程においては、いわゆるサイドエッチングが起こり、基板20の主面20Aが横方向(面内方向)にエッチングされる。そのため、第1凸部31の第1上面31Aの大きさ(サイズ)は、第1マスクパターン211の大きさ(サイズ)よりも小さくなる。すなわち、第1マスクパターン211の大きさ(サイズ)は、第1凸部31の第1上面31Aの大きさ(サイズ)よりも大きく構成される。第1マスクパターン211の大きさ(サイズ)は、所定の突出高さ T_{31} の第1凸部31を形成するのに要するエッチング時間及びそのエッチング時間における基板20のサイドエッチング量

10

20

30

40

50

等に応じて設定されればよく、例えば、 $1\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ 程度大きければよい。

【0053】

同様に、第2マスクパターン212は、後述する第2ウェットエッチング工程（図5H参照）において、第2凸部32を形成するためのマスクとして用いられ、第2凸部32を形成するための第2ウェットエッチング工程においては、いわゆるサイドエッチングが起こる。そのため、第2凸部32の第2上面32Aの大きさ（サイズ）は、第2マスクパターン212の大きさ（サイズ）よりも小さくなる。すなわち、第2マスクパターン212の大きさ（サイズ）は、第2凸部32の第2上面32Aの大きさ（サイズ）よりも大きく構成される。第2マスクパターン212の大きさ（サイズ）は、所定の突出高さ T_{32} の第2凸部32を形成するのに要するエッチング時間及びそのエッチング時間における基板20のサイドエッチング量等に応じて設定されればよく、例えば、 $0.1\ \mu\text{m} \sim 10\ \mu\text{m}$ 程度大きければよい。

10

【0054】

第3マスクパターン213は、後述する第1ウェットエッチング工程（図5E参照）において、第2突出部6を形成するためのマスクとして用いられるものである。本実施形態において、第3マスクパターン213は、第1ウェットエッチング工程の途中で剥がれ落ちる程度の大きさ（サイズ）で構成される。これにより、第1凸部31の突出高さ T_{31} よりも低い突出高さ T_6 を有する第2突出部6が形成される（図5E参照）。

【0055】

第1マスクパターン211の内縁側の一部、環状開口部23及び第2マスクパターン212を被覆するレジストパターン24を形成する（図5D参照）。レジストパターン24を構成するレジスト材料としては、特に限定されるものではなく、例えば、ネガ型又はポジ型の感光性材料等が用いられ得る。レジストパターン24が第1マスクパターン211の内縁側の一部、環状開口部23及び第2マスクパターン212を被覆することで、第1ウェットエッチング工程（図5E参照）において環状開口部23を通じて基板20がエッチングされるのを防止することができるとともに、第1ウェットエッチング工程（図5E参照）後、レジストパターン24をマスクとして第1マスクパターン211の露出部分をエッチングして除去することができる。その結果、残存する第2マスクパターン212をマスクとした第2ウェットエッチング工程（図5H参照）により、第1凸部31の第1上面31Aから突出する第2凸部32を形成することができる。レジストパターン24により被覆される第1マスクパターン211の幅 W_{211} は、第2凸部32の突出高さ T_{32} の2倍未満であればよく、好ましくは、 0.5 倍 ~ 1.5 倍程度であればよい。当該幅 W_{211} が第2凸部32の突出高さ T_{32} の2倍以上となると、第1突出部5の突出高さ T_5 と第2凸部32の突出高さ T_{32} とが同一になってしまう。

20

30

【0056】

上記のようにして形成され、レジストパターン24から露出する第1マスクパターン211及び第3マスクパターン213をマスクとして基板20にウェットエッチング処理を施す（図5E）。ウェットエッチング処理におけるエッチング液としては、例えばフッ酸等が好適に用いられる。これにより所定の突出高さ T_{31} の第1凸部31が形成される（図5E参照）。

40

【0057】

第1凸部31が形成された後、レジストパターン24から露出する第1マスクパターン211をエッチングにより除去する（図5F参照）。第1マスクパターン211の除去は、マスクパターン形成工程（図5C参照）と同様に、例えば、塩素系（ $\text{Cl}_2 + \text{O}_2$ ）のエッチングガスを用いたドライエッチング処理により行われ得る。なお、第1マスクパターン211の一部（レジストパターン24によって被覆されている部分）が残存するが、この残存する第1マスクパターン211の一部をマスクとした第2ウェットエッチング工程により、第1凸部31の第1上面31Aに第1突出部5が形成される（図5H参照）。

【0058】

レジストパターン24を除去し、残存する第1マスクパターン211の一部と第2マス

50

クパターン 2 1 2 とをマスクとして基板 2 0 にウェットエッチング処理を施す（図 5 G 参照）。ウェットエッチング処理におけるエッチング液としては、例えばフッ酸等が好適に用いられる。ウェットエッチング処理の途中で、残存する第 1 マスクパターン 2 1 1 の一部が剥がれ落ちる。当該第 1 マスクパターン 2 1 1 の一部が剥がれ落ちた後、さらに基板 2 0 にウェットエッチング処理を施す。これにより、所定の突出高さ T_{32} の第 2 凸部 3 2 が形成される（図 5 H 参照）。最後に、基板 2 0 の対向面 2 0 B に研削加工を施して窪み部 4 を形成する。これにより、本実施形態に係るインプリントモールド用基板 1 が製造される。

【0059】

本実施形態に係るインプリントモールド用基板の製造方法によれば、第 1 凸部 3 1 及び第 2 凸部 3 2 を有する 2 段の凸構造部 3 を、処理速度の速いウェットエッチングにより形成することができるため、インプリントモールド用基板を効率よく、かつ低コストで製造することができる。また、第 2 凸部 3 2 の突出高さ T_{32} を制御することで、ウェットエッチングによって第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A の端部にうねりが生じるのを抑制することができる。さらに、第 1 凸部 3 1、第 2 凸部 3 2 及び第 2 突出部 6 を形成するための第 1 マスクパターン 2 1 1、第 2 マスクパターン 2 1 2 及び第 3 マスクパターン 2 1 3 が同一のフォトリソグラフィ工程で形成されるため、第 1 凸部 3 1、第 2 凸部 3 2 及び第 2 突出部 6 を高い位置精度で形成することができる。

【0060】

上記のようにして作製されたインプリントモールド用基板 1 を用いてインプリントモールド 1 0（図 4 参照）を製造する方法を説明する。図 6 A ~ 図 6 C は、本実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の一の態様の各工程を示す部分拡大切断端面図であり、図 7 A ~ 図 7 E は、本実施形態におけるインプリントモールドの製造方法の他の態様の各工程を示す部分拡大切断端面図である。

【0061】

インプリントモールド用基板 1 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A（パターン領域）にハードマスク層 4 1 及びレジスト層を形成し、レジスト層をパターンニングしてレジストパターン 4 2 を形成する（図 6 A 参照）。次に、レジストパターン 4 2 をマスクとしてハードマスク層 4 1 をドライエッチングすることで、凹凸パターン 1 1 に対応するマスクパターン 4 3 を形成する（図 6 B 参照）。そして、マスクパターン 4 3 をマスクとしてインプリントモールド用基板 1 にドライエッチング処理を施し、第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A に凹凸パターン 1 1 を形成する（図 6 C 参照）。これにより、インプリントモールド 1 0（図 4 参照）を製造することができる。インプリントモールド用基板 1 のドライエッチングは、当該インプリントモールド用基板 1 の構成材料の種類に応じて適宜エッチングガスを選択して行なわれ得る。エッチングガスとしては、例えば、フッ素系ガス等を用いることができる。

【0062】

本実施形態におけるインプリントモールド 1 0 の凹凸パターン 1 1 は、ALD法を利用して形成した側壁パターンをマスクとしたドライエッチングにより形成されるものであってもよい。

【0063】

インプリントモールド用基板 1 の第 2 凸部 3 2 の第 2 上面 3 2 A にハードマスク層 4 1 及びレジスト層を形成し、レジスト層をパターンニングしてレジストパターン 4 2 を形成する（図 7 A 参照）。次に、レジストパターン 4 2 上に、シリコン系材料（シリコン酸化物等）の側壁材料を ALD法（Atomic layer deposition）により堆積させることで側壁材料膜 4 4 を形成する（図 7 B 参照）。続いて、側壁材料膜 4 4 に対し、RIE（Reactive Ion Etching）等の異方性エッチングによりエッチバック処理を施し、残存するレジストパターン 4 2 を除去することで、ハードマスク層 4 1 上に側壁パターン 4 5 を形成する（図 7 C 参照）。そして、側壁パターン 4 5 をマスクとしてハードマスク層 4 1 をドライエッチングすることで、凹凸パターン 1 1 に対応するマスクパターン 4 6 を形成し（図 7 D

10

20

30

40

50

参照)、マスクパターン46をマスクとしてインプリントモールド用基板1にドライエッチング処理を施し、第2凸部32の第2上面32Aに凹凸パターン11を形成する(図7E参照)。これにより、本実施形態におけるインプリントモールド10(図4参照)を製造することができる。

【0064】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【符号の説明】

【0065】

- 1 ... インプリントモールド用基板
- 2 ... 基部
 - 2 A ... 第1面
 - 2 B ... 第2面
- 3 ... 凸構造部
 - 3 1 ... 第1凸部
 - 3 1 A ... 第1上面
 - 3 1 S ... 第1側面
 - 3 2 ... 第2凸部
 - 3 2 A ... 第2上面
 - 3 2 S ... 第2側面
- 4 ... 窪み部
- 5 ... 第1突出部
- 6 ... 第2突出部
- 10 ... インプリントモールド
- 11 ... 凹凸パターン

10

20

【 図 1 】

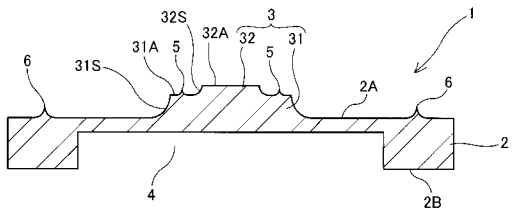


FIG.1

【 図 3 】

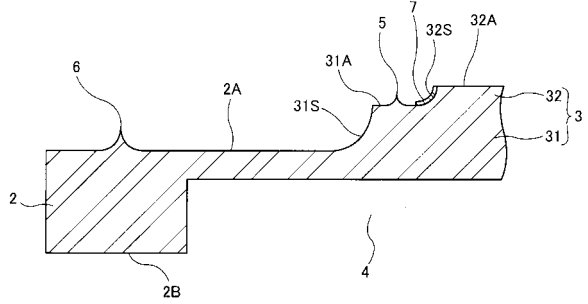


FIG.3

【 図 2 】

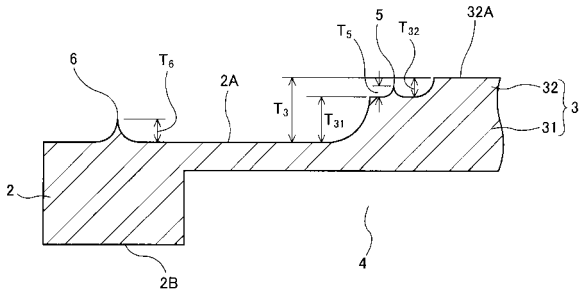


FIG.2

【 図 4 】

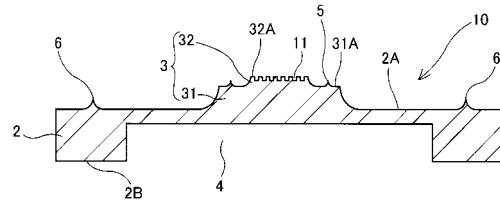


FIG.4

【 図 5 A 】

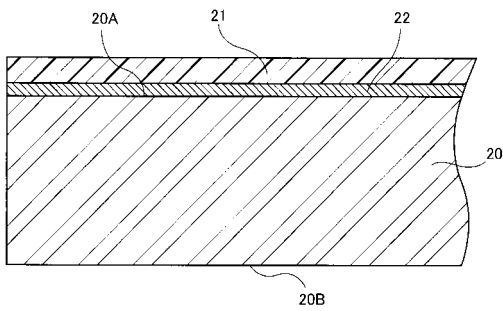


FIG.5A

【 図 5 C 】

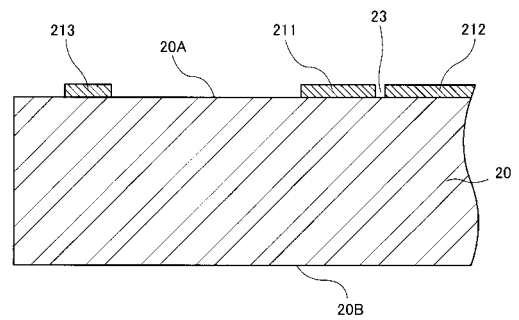


FIG.5C

【 図 5 B 】

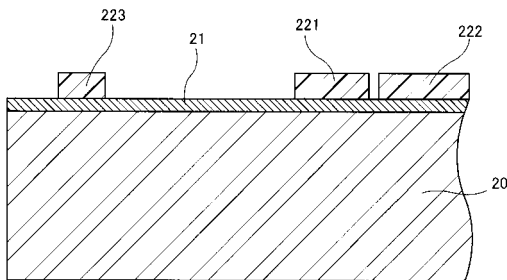


FIG.5B

【 図 5 D 】

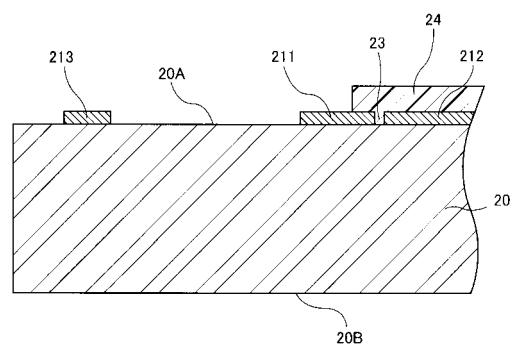


FIG.5D

【 図 5 E 】

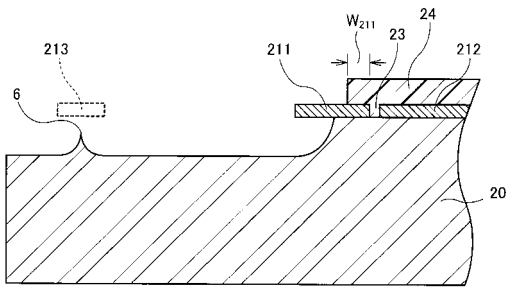


FIG.5E

【 図 5 G 】

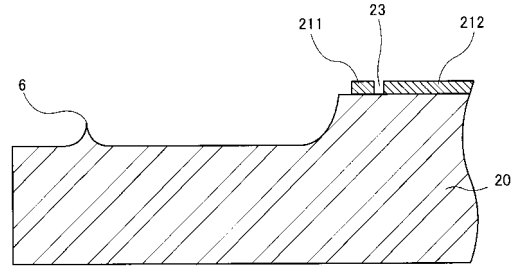


FIG.5G

【 図 5 F 】

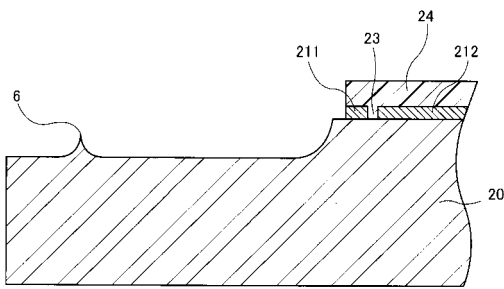


FIG.5F

【 図 5 H 】

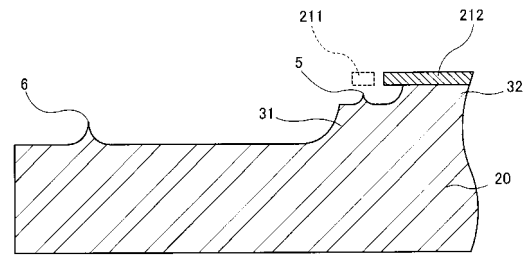


FIG.5H

【 図 6 A 】

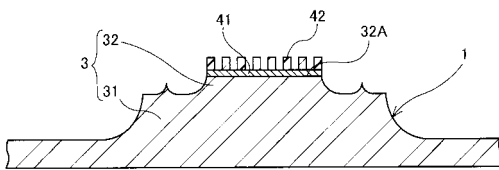


FIG.6A

【 図 6 C 】

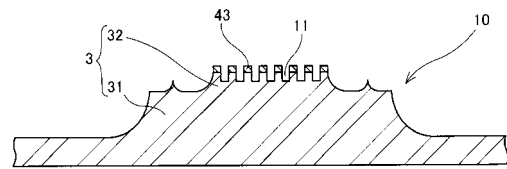


FIG.6C

【 図 6 B 】

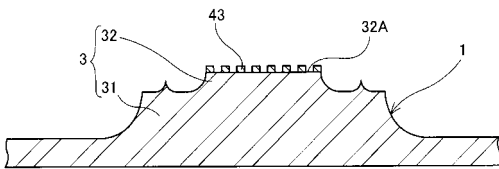


FIG.6B

【 図 7 A 】

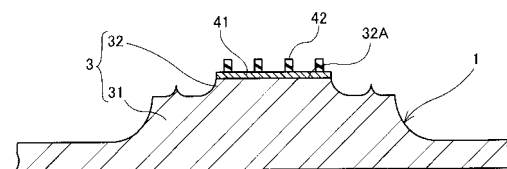


FIG.7A

【 図 7 B 】

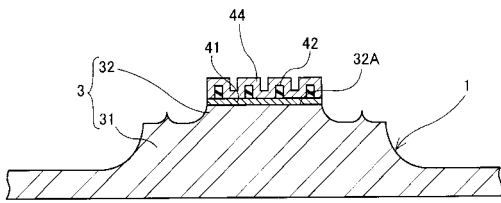


FIG.7B

【 図 7 D 】

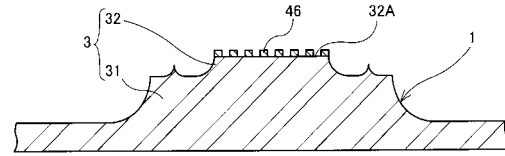


FIG.7D

【 図 7 C 】

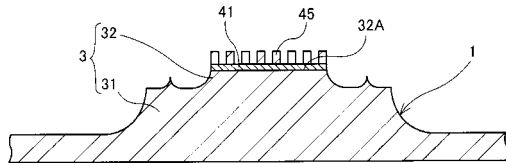


FIG.7C

【 図 7 E 】

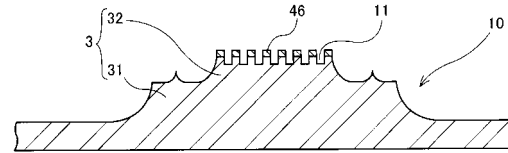


FIG.7E

【 図 8 A 】

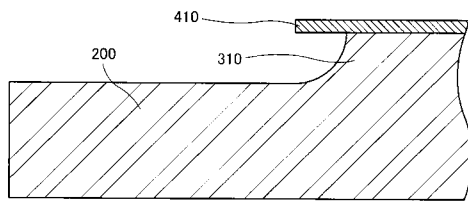


FIG.8A

【 図 8 C 】

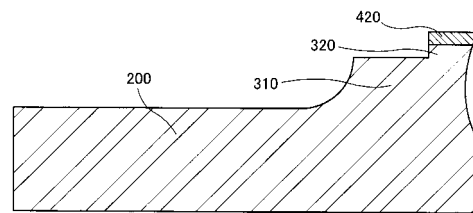


FIG.8C

【 図 8 B 】

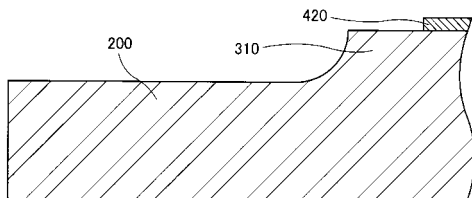


FIG.8B