

(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2020-111769

(P2020-111769A)

(43) 公開日 令和2年7月27日(2020.7.27)

(51) Int.Cl.

C23C 18/18 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)
H01B 13/00 (2006.01)

F 1

C 23 C 18/18
B 29 C 59/02
H 01 L 21/30
H 01 B 13/00

Z
5 0 2 D
5 0 3 D

テーマコード(参考)

4 F 2 0 9
4 K 0 2 2
5 F 1 4 6
5 G 3 2 3

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2019-1638 (P2019-1638)
平成31年1月9日(2019.1.9)

(71) 出願人 000102212
ウシオ電機株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目6番5号
(74) 代理人 100097548
弁理士 保立 浩一
(72) 発明者 那脇 洋平
東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウ
シオ電機株式会社内
(72) 発明者 鶴岡 和之
東京都千代田区丸の内1丁目6番5号 ウ
シオ電機株式会社内
F ターム(参考) 4F209 AA43 AB01 AB19A AF01 AG05
AH36 PA02 PB01 PN03 PN06
PW41

最終頁に続く

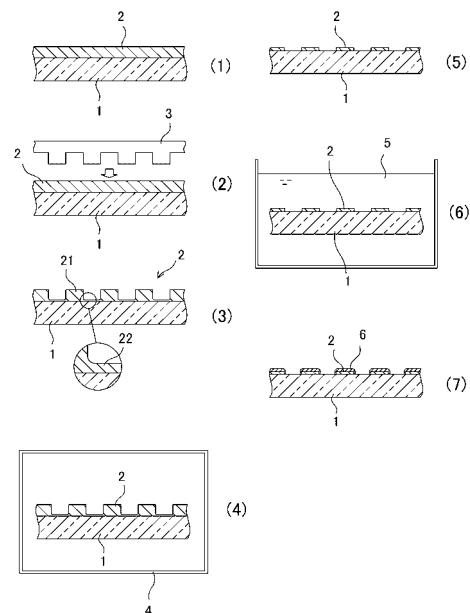
(54) 【発明の名称】金属膜作成方法及びナノインプリンティング材

(57) 【要約】

【課題】 ナノインプリンティングを採用した金属膜の作成において、低コスト、高生産性という長所を損なうことなく、残渣の問題を解決する。

【解決手段】 金属膜6のめっきの際の触媒が配合されたナノインプリンティング材を絶縁性の基板1上に成膜して下地層2を形成し、型3で押圧してナノインプリンティングにより下地層2をパターン化した後、基板1を加熱炉4に投入して下地層2の残渣22を加熱により蒸発させて除去する。その後、基板1をめっき液5に漬け、無電解めっきにより下地層2の上にのみ金属膜6を作成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁性の基板上にナノインプリンティング材を成膜して下地層を形成する第一の工程と、

型で押圧し、ナノインプリンティングにより下地層をパターン化する第二の工程と、

第二の工程において型で押圧されていた箇所に残った下地層を加熱により除去する第三の工程と、

第三の工程の後、パターン化された少なくとも下地層の上に金属膜を作成することを特徴とする金属膜作成方法。

【請求項 2】

前記第一の工程での下地層の厚さ、及び前記第二の工程で使用される型の凸部の高さは、200 nm以上であることを特徴とする請求項1記載の金属膜作成方法。

【請求項 3】

前記金属膜は、めっきにより作成されるものであり、前記下地層はこのめっきにおける触媒を含んでいることを特徴とする請求項1又は2記載の金属膜作成方法。

【請求項 4】

前記第三の工程の後の下地層の高さは20 nm以上であることを特徴とする請求項3記載の金属膜作成方法。

【請求項 5】

対象物の表面に被着され、ガラス転移温度以上に加熱された状態で型で押圧されることにより凹凸形状が形成されるナノインプリンティング材であって、

金属をめっきする際の触媒を含んでいることを特徴とするナノインプリンティング材。

【請求項 6】

前記触媒と、前記触媒よりもガラス転移温度が低い主材とを含んでおり、前記触媒の配合比は、主材及び前記触媒よりなる全体に対して2重量%以上50重量%以下であることを特徴とする請求項5記載のナノインプリンティング材。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この出願の発明は、配線用その他用途の金属膜の作成に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

種々の製品において、特定の機能を発揮させるために微細な構造の金属膜が作成されている場合が多い。エレクトロニクス製品における配線用の金属膜は、その代表的な例である。配線として機能するためには、ガラス等で形成された絶縁性の基板の表面に所定のパターンで金属膜を作成する必要がある。この他にも、機械的な補強のために金属膜が作成されたり、状態を安定化させるために金属膜が作成されたりすることがあり得る。

【0003】

このような微細な金属膜の作成方法の典型的なものがフォトリソグラフィである。フォトリソグラフィでは、金属膜の上に感光剤(レジスト)の膜を作成し、露光、現像を行ってレジストパターンを作成し、それをマスクにしてエッチングすることで微細構造の金属膜を作成する。

しかしながら、このようなフォトリソグラフィは、工程数が多いため、生産性の向上に限界があり、また製造コストの低減にも限界がある。このようなことから、より低成本、高生産性のプロセスとして、ナノインプリンティングに注目が集まっている。

【0004】

ナノインプリンティングは、物質のガラス転移を利用する微細加工技術である。ナノインプリンティングでは、微細な凸部を有する型で対象物を押し、凸部を対象物に転写する。この際、対象物の表面はあるガラス転移温度でガラス転移する材料としており、型はこのガラス転移温度よりも高いガラス転移温度を有する。そして、対象物及び型を、対象物

10

20

30

40

50

のガラス転移温度より高い温度であって型のガラス転移温度よりも低い温度で加熱しながら、型で対象物を押し、対象物の表面のガラス転移による軟化を利用して凸部の形状を転写する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-327007号公報

【特許文献2】特開2016-083918号公報

【特許文献3】特開昭62-86171号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】「表面技術」Vol.56, No.2, 2007, p23-26

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したナノインプリンティングの場合、フォトリソグラフィに比べて工程数が少なく、使用する装置も比較的構造が簡単なものとなるため、生産性やコストの点で有利な面がある。しかしながら、ナノインプリンティングは、残膜の問題を抱えており、パターンの形状精度の点では劣っている。この点について、ナノインリプリントをリフトオフと組み合わせたプロセスを例にして説明する。図4は、従来のナノインプリンティングの問題について示した概略図である。

【0008】

図4に示すように、ナノインプリンティングは、例えばリフトオフの工法と組み合わせて微細な金属膜の作成プロセスとすることができます。即ち、図4(1)に示すように、まずレジストを基板1上に塗布してレジスト膜7を形成する。レジストといつてもフォトリソグラフィのような露光、現像工程はないので、感光性である必要はなく、リフトオフにおいて溶剤で基板1から剥離できる材料であれば良い。

【0009】

次に、ナノインプリンティングによりレジスト膜7をパターン化する。即ち、図4(2)に示すように、表面に凸部が形成されている型3でレジスト膜7を押圧する。これにより、図4(3)に示すように、レジスト膜7に微細な凹凸を形成する。この際、レジスト膜7のガラス転移温度以上の温度に基板1及び型3は加熱される。

その後、図4(4)に示すように、パターン化されたレジスト膜7の上から金属膜8を作成して被せる。さらに、レジストを基板1から剥がすことができる剥離剤でレジスト膜7をリフトオフすると、図4(5)に示すように、レジスト膜7が形成されていなかった領域にのみ金属膜8が残留し、微細なパターンを有する金属膜8が基板1上に作成される。

【0010】

このようなナノインプリンティング+リフトオフのプロセスにおいて、実際には、ナノインプリンティング後にレジストが残留するのが避けられない。レジストの残留は、図4(3)に拡大して示すように、多くの場合、膜状に残留する(残膜71)。残膜71が生じると、リフトオフの際にその部分の金属膜8も残膜と一緒に剥がれてしまうので、リフトオフ後の金属膜8の形状は、当初予定されていたものと著しく異なるものになる(形状精度の大幅な低下)。残膜とはいかないまでも局所的なレジストの残留(残渣)があると、リフトオフ後に金属膜8が部分的に浮いた状態(基板1から離間した状態)になり易く、金属膜8の基板1への付着強度はかなり低下してしまう。このため、見かけ上は形状精度の低下はなくても、経時的には金属膜8の剥離が生じ易く、製品としての信頼性が大きく劣ってしまう。このような事情のため、ナノインプリンティングとリフトオフとを組み合わせたプロセスは簡便ではあるものの、課題が存在する。

【0011】

10

20

30

40

50

以上は、リフトオフと組み合わせた際の残膜又は残渣（以下、残渣と総称する。）の問題であったが、他の場合でもナノインプリンティングは残渣の問題を抱えている。つまり、凸部を有する型で押して凹部を形成した場合、単に凹部が形成されれば良いのであれば別であるが、凹部によって層が遮断され、その下の層の表面（例えば基板の表面）が露出しなければいけないようなプロセスには、難がある。

【0012】

ナノインプリンティングにおける残渣の問題を解消する方法として、ナノインプリンティング後にプラズマ処理を行って残渣を除去することが考えられる。ナノインプリンティングにおいて、型で押圧される材料（以下、ナノインプリンティング材という。）は、レジストのように有機系の材料である場合が多く、酸素プラズマのような活性種のプラズマでアッシングすることで除去が可能である。パターンとして残しあくべき部分（型の凸部で押圧されなかった部分）もプラズマに晒されるので除去されてしまうが、それ見越して膜厚を多くしておけば、問題はない。

10

【0013】

しかしながら、プラズマ処理は、真空処理であり、真空チャンバーを備えた大がかりな設備を必要とする。このため、製造プロセス全体のコストに与える影響は少なくない。また、真空排気のための時間も必要となるため、生産性の点でも問題を抱える。したがって、プラズマ処理を導入することは、低コスト、高生産性というナノインプリンティングの長所を殺してしまうことにもなり、実用的な解決策とはいえない。

20

【0014】

本願の発明は、このようなナノインプリンティングが抱える問題を効果的に解決することを目的とするものであり、ナノインプリンティングを採用した金属膜の作成において、低コスト、高生産性という長所を損なうことなく、残渣の問題を解決し、形状精度や経時的な信頼性の点で優れた金属膜作成技術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】

【0015】

上記課題を解決するため、本願の金属膜作成方法の発明は、
絶縁性の基板上にナノインプリンティング材を成膜して下地層を形成する第一の工程と

、
凸部を有する型で押圧し、ナノインプリンティングにより下地層をパターン化する第二の工程と、

第二の工程において型の凸部で押圧されていた箇所に残った下地層を加熱により蒸発させて除去する第三の工程と、

第三の工程の後、パターン化された少なくとも下地層の上に金属膜を作成するという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、本願の金属膜作成方法の発明は、上記構成において、第一の工程での下地層の厚さ、及び第二の工程で使用される型の凸部の高さは、200nm以上であるという構成を持ち得る。

30

また、上記課題を解決するため、本願の金属膜作成方法の発明は、上記構成において、金属膜はめっきにより作成されるものであり、下地材料はこのめっきにおける触媒を含んでいるという構成を持ち得る。

40

また、上記課題を解決するため、本願の金属膜作成方法の発明は、上記構成において、第三の工程の後の下地層の高さは20nm以上であるという構成を持ち得る。

【0016】

また、上記課題を解決するため、本願のナノインプリンティング材の発明は、対象物の表面に被着され、ガラス転移温度以上に加熱された状態で型で押圧されることにより凹凸形状が形成されるナノインプリンティング材であって、金属をめっきする際の触媒を含んでいるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、本願のナノインプリンティング材の発明は、上記構成において、触媒と、触媒よりもガラス転移温度が低い主材とを含んでおり、触媒の配合比は

50

、主材及び触媒よりなる全体に対して2重量%以上50重量%以下であるという構成を持ち得る。

【発明の効果】

【0017】

以下に説明する通り、本願の金属膜作成方法の発明によれば、ナノインプリンティングの後に残渣除去が行われるので、下地層は形状精度の高いものとなる。このため、下地層の上に作成される金属膜も形状精度の高いものとなり、この金属膜を有する最終的な製品の性能向上に大きく寄与する。この際、残渣除去工程は、プラズマ形成によらない加熱により残渣を除去する工程であるので、工程は追加されるものの、コストの上昇は小さく、また生産性低下の問題も小さい。

また、第一の工程での下地層の厚さ及び第二の工程で使用される型の凸部の高さが20nm以上である場合、加熱温度の均一性をより高くしたり、加熱温度や加熱時間により厳密に管理したりする必要がないという効果が得られる。

また、金属膜はめっきにより作成されるものであり、下地材料はこのめっきにおける触媒を含んでいる場合、安価に高い生産性で金属膜を作成できる。

また、第三の工程の後の下地層の高さが20nm以上であると、十分に金属膜が作成できる。

【0018】

また、本願のナノインプリンティング材の発明によれば、ナノインプリンティングにより下地層をパターン化して下地層を形成し、下地層の上にのみめっきにより金属膜を作成することができるので、パターン化された金属膜を安価に且つ高い生産性で作成することができるようになる。

また、ナノインプリンティング材において、触媒の配合比が全体に対して2重量%以上50重量%以下であると、ナノインプリンティングにおける加工性が低下したり、金属膜のめっきの際の効率が低下したりする問題がないので、好適となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】第一の実施形態の金属膜作成方法の概略図である。

【図2】下地層の厚さについて説明した概略図である。

【図3】第二の実施形態の金属膜作成方法の概略図である。

【図4】従来のナノインプリンティングの問題について示した概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、この出願の発明を実施するための形態（実施形態）について説明する。

実施形態の金属膜作成方法の大きな特徴点はナノインプリンティングを利用していることであり、その際、ナノインプリンティング材の残留の問題を効果的に解決していることである。さらに、第一の実施形態の金属膜作成方法は、ナノインプリンティングを従来試みられていなかった新しい別のプロセスと組み合わせ、ユニークで優れた金属膜作成プロセスを提供している。

【0021】

より具体的に説明すると、実施形態の金属膜作成方法は、ナノインプリンティングとめっき法とを組み合わせており、その際、ナノインプリンティング後の残渣を、プラズマによらない加熱によって除去する。さらに、ナノインプリンティングに組み合わせるめっき法は、無電解めっきであって、その触媒をナノインプリンティング材に配合するというユニークな手法を採用する。

【0022】

まず、ナノインプリンティング材について説明すると、実施形態におけるナノインプリンティングは熱ナノインプリンティングとなっている。このため、ナノインプリンティング材は、基本的には熱可塑性樹脂を主材とするものである。主材とは、ガラス転移温度を有し、ガラス転移温度以上に加熱されることで軟化し、凸部を有する型で押圧されること

で凹部形状を成す材料を意味する。アクリル(PMMA)樹脂、ポリエチレンテレフタレート(PET 樹脂)、ポリカーボネート(PC)樹脂等、種々の熱可塑性樹脂を主材とすることができる。

【 0 0 2 3 】

一方、無電解めっきは、目的とする金属膜の作成をするものであるため、当該金属膜をめっきにより作成できる触媒が選定される。この実施形態では、一例として、金や白金といった貴金属の膜を作成することを想定しており、これら貴金属の膜を作成する方法となっている。金や白金等の貴金属の無電解めっきは、自己触媒法により好適に行うことができる。例えば金膜を自己触媒法により作成する場合、主材に対して金粉末を混合、散在させたものをナノインプリンティング材として用いる。

10

【 0 0 2 4 】

より具体的な例について説明すると、例えば PMMA レジストを主材として使用する場合、アセトン、イソプロピルアルコール等の有機溶剤で溶解して粘度を下げる。そして、金の錯体を均一に混合する。その上で、加熱により有機溶剤を蒸発させ、コーティングに適した粘度に調整する。これにより、実施形態のナノインプリンティング材が出来上がる。尚、フォトリソグラフィ用の PMMA レジストは溶解抑制剤を含んでいるが、上記の場合は溶解抑制剤を含まないものとされる。ないしは、ポジ型の場合、紫外線照射により溶解抑制材を予め分解しておいても良い。

【 0 0 2 5 】

次に、このようなナノインプリンティング材を使用した金属膜作成方法について、以下に説明する。図 1 は、第一の実施形態の金属膜作成方法の概略図である。

20

第一の実施形態の金属膜作成方法では、まず、ガラス等の絶縁性の基板 1 1 の表面に他のナノインプリンティング材を塗布する。基板 1 の材質としては、ナノプリンティング材に残留し得る溶剤及び後のめっき工程でのめっき液によって侵されない材質であって、残渣除去工程での加熱温度に耐え得る耐熱性を有していれば、任意の絶縁材料を選定し得る。例えば、石英ガラスその他の耐熱ガラスや各種の耐熱性セラミックスが使用でき、樹脂の場合、耐熱性のポリイミド樹脂等が使用できる。

(下地層形成工程)

下地層の構成材料として、以下の組成を有するナノインプリント用樹脂組成溶液が調製できる。フラスコに、溶媒としてプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PGMEA) ; 100 g を入れ、窒素雰囲気下で 90 ℃ に昇温する。その溶液に、メチルメタクリレート(MMA) ; 16.0 g (0.16 モル) (和光純薬製)、メタクリル酸(MAA) ; 20.7 g (0.24 モル) (和光純薬製)、2,2'-アゾビス(2-メチルプロパン酸メチル) (V-601) ; 2.8 g (12 ミリモル) (和光純薬製)、 PGMEA ; 50 g の混合液を、2 時間かけて滴下する。滴下終了後、さらに 90 ℃ で 4 時間攪拌することにより、MMA / MAA 共重合体が得られる。

30

上記 MMA / MAA 共重合体の溶液に、グリシジルメタクリレート(GMA) ; 25.6 g (0.12 モル) (和光純薬製)、テトラエチルアンモニウムブロミド(TEAB) ; 2.1 g (和光純薬製)、4-ヒドロキシ-テトラメチルピベリジン 1 - オキシリ (4-HO-TEMPO) ; 50 mg (和光純薬製) を加えて、90 ℃ で 8 時間反応させ、H-NMR から GMA が反応で消失したことを確認し、樹脂 U-1 の PGMEA 溶液を得る。この PGMEA 溶液に金錯体を混合する。このようにして得られた U-1 のゲルパークエーションクロマトグラフィー(GPC)から求めた重量平均分子量(Mw 、ポリスチレン換算)は 14000 、分散度(Mw / Mn) = 2.2 であった。

40

【 0 0 2 6 】

基板 1 への塗布後、加熱して溶剤の蒸発等を行い、ナノインプリンティング材を固化させる。これにより、ナノインプリンティング材の固化層(以下、下地層という。) 2 が形成された。その後、図 1 (2) に示すように、ナノインプリンティング工程を行った。即ち、凸部を有する型 3 で下地層 2 を押す。この際、基板 1 及び型 3 は、ナノインプリンティング材中の主材のガラス転移温度以上に加熱される。したがって、下地層 2 も同程度の

50

温度に加熱される。

【0027】

(ナノインプリンティング工程)

加熱及び押圧により、型3の凸部の形状が下地層2に転写され、下地層2に凹部が形成される。型3の凸部と凸部の間の形状(凹部)も下地層2に転写され、下地層2に凸部(以下、下地凸部という。)21が形成される。即ち、下地層2が型3によりパターン化される。尚、ナノインプリンティング工程後、図1(3)に拡大して示すように、凹部(凸部で押圧されていた箇所)には、ナノインプリンティング材が残留しており、残渣22が生じている。また、この実施形態では、どの程度の温度まで加熱すればナノインプリンティング可能な程度に軟化するかを予め実験的に調べておき、その温度で加熱をするようする。

10

【0028】

(残渣除去工程)

ナノインプリンティング工程の後、残渣除去工程を行う。残渣除去工程は、この金属膜作成方法を大きく特徴づけている。この実施形態では、残渣除去工程は、プラズマ形成なしの加熱により行う工程となっている。具体的には、図1(4)に示すように、パターン化された下地層2を有する基板1が加熱炉4に入れられ、所定温度で及び所定時間加熱される。この加熱により、図1(5)に示すように、残渣22が除去される。

上記残渣除去工程における所定温度とは、ナノインプリンティング材の主材が蒸発する温度である。ここでの蒸発は、液相状態を経由する場合の他、そのまま蒸発する場合(昇華)を含む。

20

【0029】

また、所定時間とは、加熱終了後、凹部に存在していた残渣22が全て蒸発し、下地凸部21のナノインプリンティング材は十分な厚さで残留する時間である。つまり、残渣除去工程では、凸部のナノインプリンティング材も加熱されて蒸発するが、全ては蒸発せずに十分な厚さで残留するよう加熱温度及び加熱時間が設定される。尚、ここでの加熱温度は、ナノインプリンティング工程における加熱温度(ガラス転移温度以上の温度)よりも高い。加熱条件の一例を示すと、例えばナノインプリンティング材の主材がPMMAレジストである場合、加熱温度は500、加熱時間は(30分)で良い。残留した下地凸部21は、パターン化された下地層2を形成する。

30

上記のように残渣22の蒸発の際にナノインプリント用樹脂組成液を熱分解することにより、ガラス基板上に所定のパターンのナノポーラス構造を有する下地層2が得られる。(還元工程)

下地層2が形成された基板1をNaBH₄水溶液(濃度:2g/L、溶液温度:50)に2分間浸漬する。当該工程により、下地層2に含まれる金イオンが還元され、微細孔の内壁面を含む表面全面に触媒(金)が付与される。

【0030】

このような残渣除去工程が行われた後、めっき工程が行われる。この実施形態では無電解めっきが採用されているので、パターン化された下地層2付きの基板1は、図1(6)に示すように所定のめっき液5に所定時間漬けられ、めっき浴が行われる。この結果、図1(7)に示すように、パターン化された触媒(金)を含む下地層2の上にのみ金属膜6が作成される。

40

【0031】

この実施形態では、無電解めっきが採用されており、且つ自己触媒型であるので、めっき液は、作成する金属膜の材料を含む溶液となる。

上記した無電解めっきの方法は一例であり、前述した方法に限定されない。例えば、金属膜を作成する場合、ノーシアン系であることが好ましく、塩化金酸ナトリウムのような金酸塩(水和液)と、錯化剤としてのチオ硫酸ナトリウムと、還元剤としてのチオ尿素とが配合され、さらにpH調整剤として塩化アンモニウムが添加される。pHは4.0でめっき浴温度は60である。具体的な配分比は、例えば特開昭62-86171号公報に開

50

示されている。また、チオブロニン - 金錯体を使用した自己触媒型金めっき浴の条件が特開2016-83918号公報の段落0082に開示されており、この条件を使用することもできる。

【0032】

このような自己触媒型金めっきによれば、金が存在する下地領域にのみ金膜が析出するので、図1(7)に示すように、パターン化された下地層2の上にのみ金膜(金属膜6)が作成される。つまり、ナノインプリンティングにより形成したパターン形状の通りに金膜が作成される。

【0033】

以上の説明では金膜を例にしたが、白金その他の金属の膜を作成する場合も、基本的に同様である。白金の自己触媒型めっきでは、 $\text{Pt}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_2$ のような白金化合物を用い、還元剤としてヒドラジンを用いる。めっき液の配合条件については、例えば「表面技術」Vol.56, No.2, 2007, p23-26に開示されている。金や白金以外の自己触媒型めっきについても、めっき浴の条件は種々開示されており、また金や白金の場合も含め、めっき液は市販されているので、適宜選択して使用することができる。

【0034】

さらに、無電解めっきについては、自己触媒型以外に置換型が知られているが、置換型の無電解めっきを採用することが可能である。例えば金めっきの場合、ニッケルが下地触媒として使用されるので、ニッケルをナノインプリンティング材中に配合しておく。そして、同様にナノインプリンティングによりパターン化し、残渣除去をした後にめっき浴を行い、パターン化された下地層2の上にのみ金膜を作成する。

【0035】

このような実施形態の金属膜作成方法によれば、下地層2のパターン化にナノインプリンティングが利用されているが、ナノインプリンティングの後に残渣除去が行われるので、下地層2は形状精度の高いものとなる。このため、下地層2の上に作成される金属膜6も形状精度の高いものとなり、この金属膜を有する最終的な製品の性能向上に大きく寄与する。

この際、残渣除去工程は、プラズマ形成によらない加熱により残渣を除去する工程であるので、工程は追加されるものの、コストの上昇は非常に小さく、また生産性低下の問題もない。

【0036】

プラズマ形成によらない加熱により残渣を除去する際の注意点として、残渣も含めて全ての下地層2を除去してしまわないようとする。このため、加熱温度と加熱時間を管理する必要がある。それとともに留意すべきは、基板1に塗布する下地層2の厚さをある程度厚くすることである。この点について、図2を使用して説明する。図2は、下地層2の厚さについて説明した概略図である。

【0037】

図2は、ナノインプリンティング直後の下地層2を示している。図2に示すように、ナノインプリンティング直後では、下地凸部21の間の部分、即ち型3の凸部で押圧されていた部分が残渣22となっている。

【0038】

この場合、図2(A)に示すように、下地凸部21の高さhが低いと、残渣除去工程での加熱により、残渣のみならず下地凸部21まで蒸発して除去されてしまうことになり易い。例えば、加熱炉内での加熱温度が若干不均一で、局所的に高い温度で加熱されてしまった場合にその場所では下地凸部21が全て又は殆ど全て蒸発してしまうことがあり得る。しかし、図2(B)に示すように、下地凸部21の高さhが十分に高い場合、残渣除去工程での加熱によって下地凸部21が全て蒸発してしまったり殆ど全て蒸発してまったりすることはなく、下地凸部21は必要な高さで残留し得る。

【0039】

下地凸部21の高さを決めるのは、ナノインプリンティングで使用される型3の凸部の

10

20

30

40

50

高さである。下地凸部 2 1 の高さは、型 3 の凸部の高さ + 残渣の厚さということになるから、型 3 の凸部の高さは、下地凸部 2 1 の高さ - 残渣の厚さということになる。下地凸部 2 1 の高さ - 残渣の厚さは、プラズマ形成によらない加熱によって残渣を除去する際の下地凸部 2 1 のマージンに他ならない。発明者の検討によると、下地凸部 2 1 の高さ - 残渣の厚さ (= 型 3 の凸部の高さ) は、200 nm 以上であることが好ましい。尚、型 3 の凸部を完全には押し込まない (型 3 の凹部の底が下地層 2 に接触しない) タイプのナノインプリントィングが行われることもあるが、その浮かせる分だけ型 3 の凸部の高さを高くしておく必要がある。

【0040】

いずれにしても、型 3 の凸部の高さを適宜の高さとしておくことで、下地凸部 2 1 の高さを十分に高くすることができ、下地凸部 2 1 を十分な高さで残しながら残渣を完全に除去することができる。尚、型 3 の凸部の高さが 200 nm 未満であっても、残渣除去工程での加熱温度の均一性をより高くしたり、加熱温度や加熱時間をより厳密に管理したりすることで、下地凸部 2 1 を十分な高さで残しながら残渣を完全に除去することが可能である。逆に言えば、型 3 の凸部の高さが 200 nm 以上であるということは、加熱温度の均一性をより高くしたり、加熱温度や加熱時間をより厳密に管理したりする必要がないという効果をもたらす。

【0041】

また、残渣除去工程後の下地凸部 2 1 の高さ (下地層 2 の厚さ) は、20 nm 以上とすることが好ましい。この実施形態では、残渣除去後の下地凸部 2 1 の上に、電解めっきを行うために必要な金触媒と反応させて金属膜 6 を作成する。残渣除去後の下地凸部 2 1 の高さが低い場合は、電解めっきに必要となる金触媒が少ない状態となり、十分に金属膜を作成できない。したがって、残渣除去後の下地凸部 2 1 の高さは、20 nm 以上とすることが好ましい。

【0042】

また、上記金属膜作成方法において、ナノインプリントィング材において、添加された触媒は金属である場合が多く、通常は主材よりも高い沸点又は昇華点を有している。したがって、残渣除去工程の後、残渣 2 2 があった場所に触媒の粒子のみが残留する可能性がある。この場合は、適宜の洗浄工程を追加し、残留触媒を洗い流す。この洗浄において、残留した下地層 2 の形状が損なわれないようにする。

尚、触媒が主材よりも高い沸点又は昇華点を有している場合、残留した下地層 2 中における触媒の配合比 (濃度) は、残渣除去工程前に比べて高くなる可能性がある。これは、めっき工程において触媒の作用がより高められることを意味し、効率良く十分な厚さの金属膜をめっきにより作成することを意味する。

【0043】

また、ナノインプリントィング材において、触媒の配合比 (残渣除去工程前の配合比) は、全体に対して 2 ~ 50 重量 % の範囲内とすることが好ましい。この場合の全体とは、主材と触媒よりなる全体ということであり、主材を溶解する溶剤や触媒ペーストにおける溶剤は含まない。触媒の配合比を高くした方が、めっき工程でのめっきの効率を高められるので、その点では好ましい。しかしながら、触媒は金属や金属化合物である場合が多く、触媒の配合比を高くすると、ナノインプリントィングにおける加工性が低下する。したがって、触媒の配合比は、50 重量 % 以下とすることが好ましい。また、触媒の配合比 50 重量 % 以下になると、残渣除去工程で配合比が高められるとしても、めっき工程において触媒が少ないとめっきの効率が低下してしまう。したがって、触媒の配合比は 2 重量 % 以上とすることが好ましい。

【0044】

次に、第二の実施形態の金属膜作成方法について説明する。図 3 は、第二の実施形態の金属膜作成方法の概略図である。

第一の実施形態では、めっきにより下地層 2 の上に金属膜 6 を作成したが、第二の実施形態では、リフトオフを採用している。具体的に説明すると、この実施形態では、リフト

10

20

30

40

50

オフを行うため、ナノインプリンティング材は、剥離剤で剥離可能なレジストであるか又はそれを主成分とするものとなっている。レジストではあるものの、ナノインプリンティングによりパターン化するため、感光性である必要はなく、あるガラス転移温度を有していれば良い。

【0045】

第二の実施形態の方法により金属膜を作成する場合、上記のようなナノインプリンティング材を絶縁性の基板1に塗布し、下地層2を形成する(図3(1))。次に、ナノインプリンティングを行う。即ち、ナノインプリンティング材のガラス転移温度以上の温度で加熱しながら、型3により押圧し、型3の凸部のパターンを下地層2に転写する(図3(2))。これにより、下地層2がパターン化される(図3(3))。その後、同様に加熱炉4に投入して残渣除去工程を行う(図3(4))。これにより、下地層2の残渣22が除去される(図3(5))。

10

【0046】

次に、パターン化された下地層2と基板1の露出部分(下地層2が存在していない領域)とを含んだ領域を覆うようにして金属層61を形成する(図3(6))。金属層61の形成については、スパッタリングやCVDといった任意の手法を採用し得る。

その後、リフトオフ工程を行う。即ち、レジスト剥離剤でレジスト(下地層2)を剥離する。この際、下地層2の上に載っている金属層60の部分も一緒に除去され、基板1には、下地層2が存在していなかった領域のパターンで金属膜6が作成される。

20

【0047】

この第二の実施形態においても、残渣除去工程において残渣21が除去されるので、ナノインプリンティング後の下地層2の形状精度が高くなる。このため、リフトオフ工程後に残留する金属層61(金属膜6)の形状精度も高くなる。この際、残渣除去工程は、プラズマ形成によらない加熱により残渣を除去する工程であるので、プロセスコストの大幅な上昇や生産性の大幅な低下を招くことはない。

【0048】

尚、第一の実施形態と第二の実施形態とを比較すると、第二の実施形態では、スパッタリングやCVDといった真空を使用する成膜方法で金属層を形成している。これらの方法と比較すると、めっきによる方法は安価であり、真空排気やベントに要する時間もないのに生産性も高い。但し、第一の実施形態の場合、触媒を使用した無電解めっきで成膜できる材料に限られるが、第二の実施形態では、金属層61については任意の材料とし得る。したがって、汎用性の点では第二の実施形態の方が優れている。

30

【0049】

上述した各実施形態で作成される金属膜6は、各種の機能を発揮するものとして製品に利用することが可能である。例えば、種々のチップ部品における電気配線として利用することが可能であるし、何からの検査において電極として利用することも可能である。金や白金といった化学的に安定な材料で金属膜を作成しておくと、試料に接触してセンシングを行うような用途の場合、試料を汚損することがないという効果も得られる。この他、金属膜6が光学的な機能を発揮する用途で作成される場合もある。例えば、回折格子や偏光子、光電変換(光検出)素子等の用途で金属膜6が作成されることがあり得る。

40

【0050】

尚、金属膜6は、パターン化された下地層2の上にのみ作成されたが、金属膜は他の部分にも作成されることがあり得る。即ち、第二の実施形態のように、途中の段階で下地層2の上を含む全域に金属膜を形成する場合もあり得る。第二の実施形態ではリフトオフであったので、最終的には下地層2がなかった場所に金属膜6が残留したが、特定の理由のために金属膜を全域に形成したまとすることもあり得る。即ち、下地層2がある機能のために必要で、それに対して金属膜を全域に被覆する構造が採用されることもあり得る。この他、下地層2の上に加えて特定の場所に金属膜を作成し、それら以外の場所では作成しないプロセスが採用されることもあり得る。

【0051】

50

また、上記各実施形態において、加熱は加熱炉4に投入した加熱であると説明した。これは、閉鎖された室内に熱風を循環させることによる加熱であるが、この他、基板1をホットプレート上に載置して加熱したり、赤外線ランプ等を使用して輻射加熱をしたりする場合もある。

【0052】

尚、第一の実施形態では、パターン化された下地層2にのみ触媒が存在していて、この触媒によって金属膜6を直接めっきし、これによりパターン化された膜(めっき膜)6を作成する。このような手法は、ダイレクトめっきと称される場合もある。通常は、めっきによりベタの膜を作成しておき、それをフォトリソグラフィ等によりパターン化するが、ダイレクトめっきでは、パターン化された金属膜6をめっきにより直接的に作成する。

10

【0053】

また、上記各実施形態では、基板1は絶縁性であったが、残渣除去工程を実施するに際しては基板1は絶縁性である必要はなく、導電性であっても良い。導電性の基板1の場合、無電解めっきではなく電解めっきが採用され得る。

【符号の説明】

【0054】

1 基板

2 下地層

2 1 下地凸部

2 2 残渣

3 型

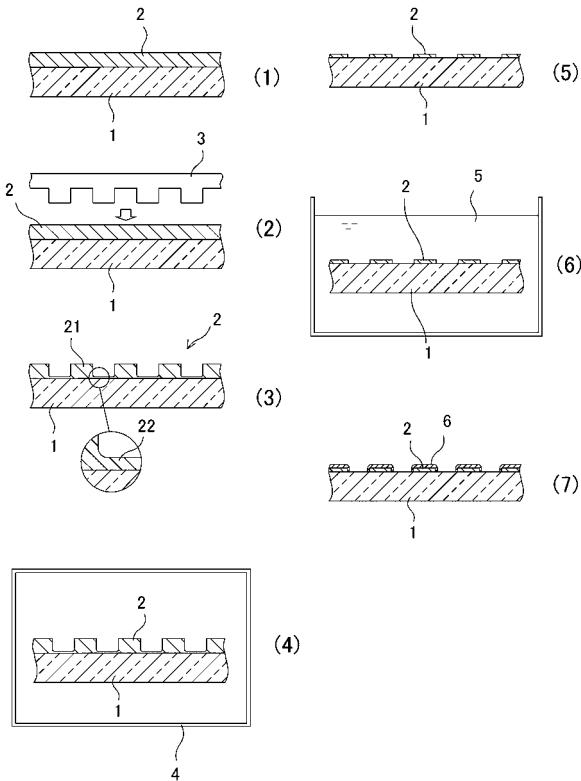
4 加熱炉

5 めっき液

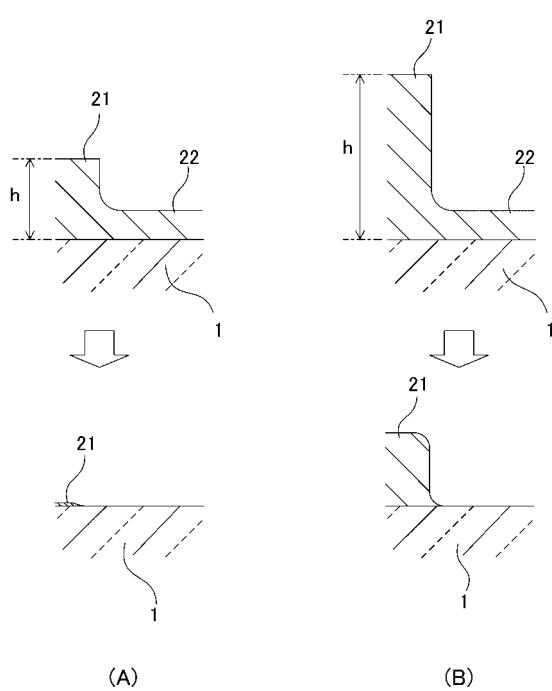
6 金属膜

20

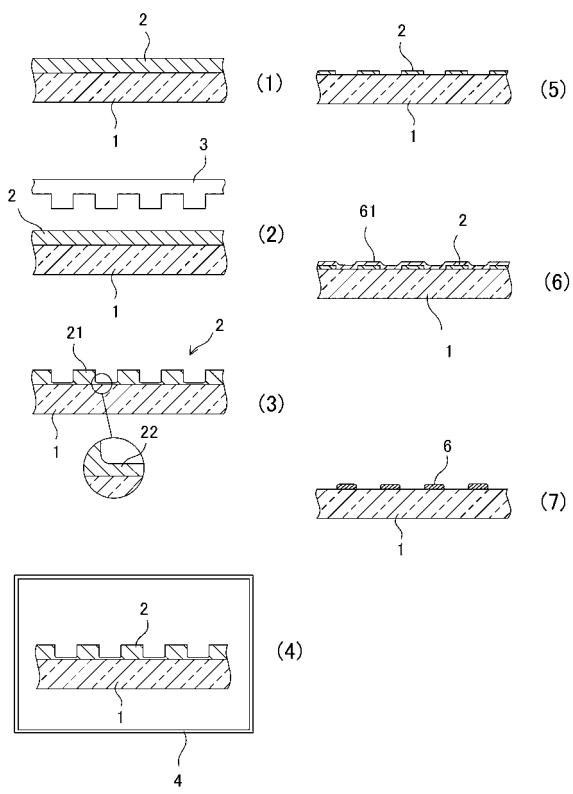
【図1】



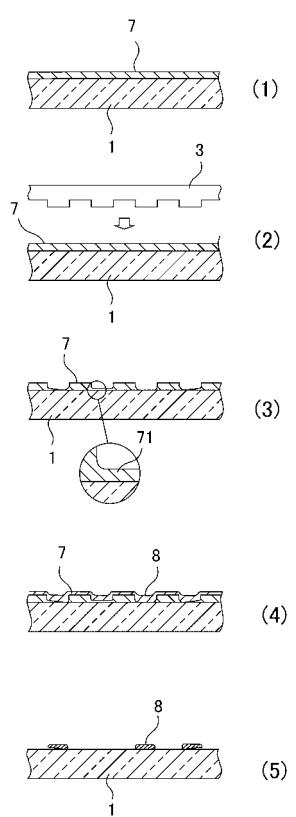
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4K022 AA42 BA03 BA18 BA35 CA06 CA09 CA25 CA29 DA01
5F146 AA31 AA33
5G323 CA05