

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6661164号
(P6661164)

(45) 発行日 令和2年3月11日 (2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月14日 (2020.2.14)

(51) Int. Cl. F I
B 2 9 C 33/42 (2006.01) B 2 9 C 33/42
B 2 9 C 33/38 (2006.01) B 2 9 C 33/38
G O 2 B 1/118 (2015.01) G O 2 B 1/118
C O 3 B 11/06 (2006.01) C O 3 B 11/06

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-246359 (P2014-246359)	(73) 特許権者	514309848
(22) 出願日	平成26年12月4日 (2014.12.4)		澤村 一実
(65) 公開番号	特開2016-107484 (P2016-107484A)		山形県山形市あかねヶ丘3丁目4-1
(43) 公開日	平成28年6月20日 (2016.6.20)	(74) 代理人	100129159
審査請求日	平成29年11月29日 (2017.11.29)		弁理士 黒沼 吉行
		(72) 発明者	澤 村 一 実
			山形県山形市あかねヶ丘3丁目3-8 イ
			ムザック内
		審査官	田代 吉成

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微細な溝を形成した金型、及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

成形面によって物体を成形するための成形用金型であって、
 当該成形用金型は、複数のマスターチップを組み合わせて形成されており、
 当該マスターチップを構成する基板の成形面の一部または全部にはメッキ加工が施されて
 おり、

当該メッキ加工によって形成された均一な厚さのメッキ層には、ピッチが400nm以
 下の溝部が、切削加工によって複数形成されており、当該溝部、又は当該溝部同士の間
 に存在する突起部の形状は、溝部の延伸方向に交差する向きの縦断面形状において、端部が
 尖っており、

前記複数形成されている溝部は、相互に交差する向きに形成されており、

前記メッキ加工によって形成された均一な厚さのメッキ層は、膜厚の変化量が±10%
 の範囲で形成されている事を特徴とする、微細溝を備えた成形用金型。

【請求項 2】

前記複数形成されている溝部は、溝角度が120°～40°のV字溝であって、前記突
 起は錐体形状であって、ブレード角が30°～70°に形成されている、請求項1に記載
 の成形用金型。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の微細溝を備えた成形用金型の製造方法であって、

前記溝部は、切削工具における切削部を、超音波によって楕円振動させながら切削加工

する超音波楕円振動切削加工によって形成することを特徴とする、微細溝を備えた成形用金型の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の微細溝を備えた成形用金型の製造方法であって、

当該成形用金型は、前記複数のマスターチップを組み合わせたものを電鋳で転写してマスター金型を形成し、このマスター金型に対して電鋳を行って形成している事の特徴とする、微細溝を備えた成形用金型の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

微細な溝を形成した金型、及びその製造方法に関し、特に微細な凹凸形状からなる反射防止構造を精密且つ均一（規則的）に形成でき、更に成形性を良好にした金型と、その製造方法、及び当該金型によって形成した成型品に関する。

【背景技術】

【0002】

ガラスやプラスチック等の透光性基板を用いた製品においては、表面反射による光を減少させる為、或いは透過率を向上させる為に、基板の光入射面に反射防止膜をコーティングする表面処理方法が広く利用されている。可視光の如く波長域を有する光に対する反射防止膜としては、薄膜の誘電体膜を重畳させた多層膜のものが知られており、これら多層膜は、透光性基板表面に対して後工程で真空蒸着等により金属酸化物等の薄膜を成膜して形成されているのが一般的である。

20

【0003】

しかし、後工程で反射防止膜をコーティングする場合には、製造コストが嵩む他、工期も長くかかってしまう等の製造上におけるデメリットが生じていた。そこで成形のみで目的の機能を発揮する製品を得るべく、直接金型に微細加工を施して、反射防止構造を成型可能な金型の製造技術に注目が集まり、従前においても種々提案されている。

【0004】

例えば、特許文献 1（特開平 8 - 238631 号公報）では、光集積回路用導波路やマイクロマシンなどの種々のマイクロ構造体を多量生産可能な、微細な構造を持つ金型の作製方法を提案している。即ち、ポリマ上にレジストを塗布し、リソグラフィにより所望のレジストパターンを形成した後、レジストパターンをマスクとして下層ポリマをエッチングしマスクパターンを作製し、さらにメッキにより金属の金型をつくる一連の工程においてレジストとしてシリコン含有レジストを用いることを特徴とする金型の作製方法を提案している。

30

【0005】

また、特許文献 2（特開 2002 - 338271 号公報）では、高精度な光学素子や部品を製造する為の金型の製造方法を提案している。即ち、物体を成形するための金型を製造する方法であって、前記物体の外形に応じた形状を有する予備形状金型を準備する準備する工程と、前記予備形状金型の表面部分をエッチングで選択的に除去して成形面を得る処理工程と、を備えることを特徴とする金型製造方法を提案している。

40

【0006】

そして特許文献 3（特開 2004 - 287238 号公報）では、反射防止処理を基板の成型と同時に施すことで、安定した、しかも低反射率の反射防止材を低コストで提供することを目的として、透光性基板の表面に、微細な錐形状の連続パターンからなる凹凸面が形成され、前記凹凸面は可視光に対して 0 次の回折面を構成するとともに、前記凹凸面のパターンは金型のパターンの 70% 以上の転写率で形成されている反射防止部材が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

50

【特許文献1】特開平8-238631号公報

【特許文献2】特開2002-338271号公報

【特許文献3】特開2004-287238号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記のように従前においても、微細な溝を有する成型用金型は提案されており、当該金型を使用して製造した成形品は、当該微細な溝によって反射防止効果を発現する事も知られている。しかしながら、何れの成型用金型も、リソグラフィ技術やエッチング技術を利用して製造されたものであり、形成される金型において、凹凸の表面加工精度を高めるのは困難であった。また当該金型を製造する為に、複数の処理工程を行わなければならない、製造工程が複雑であった。一方、このような反射防止構造を有する製品を形成する為の金型を、リソグラフィ技術やエッチング技術以外の方法で製造する技術は提案されていないのが実情であった。

10

【0009】

そこで本発明は、反射防止構造を有する製品を射出成型やプレス成形などによって成形可能でありながらも、凹凸の表面加工精度を高める為に、リソグラフィ技術やエッチング技術以外の方法で製造する事のできる成形用金型、及びその製造方法を提供することを第1の課題とする。

【0010】

20

また従前においても、微細な凹凸を有する製品を、樹脂の射出成型などによって製造するべく、微細パターンを描画するリソグラフィ技術を利用した金型の製造技術についても種々提案されている。

【0011】

例えば、特許文献1に示されている技術では、ポリマ或いは単結晶シリコン基板にリソグラフィ技術を用いてエッチングを行いマスタパターン或いは母型を形成し、該マスタパターンに金属メッキをしてメッキ層を形成し、該メッキ層を金型として用いるものである。しかしながらメッキや電鍍、ニッケルメッキ層の剥離金型を製造する必要があり、その製造工程が煩雑だけでなく、メッキ工程やメッキ層の剥離工程においてその微細形状が変形してしまう可能性があった。

30

【0012】

また、特許文献2においては金型そのものにリソグラフィ技術を用いてエッチングを行うものであるが、レジストの均一な塗布が困難である他、金型のキャビティ面（成形面）の全てをコーティングする必要がある為、金型の一部分のみに微細加工を施したい場合には加工が困難であった。

【0013】

更に特許文献3には、微細な錐形状の突起が連続している透明基盤を形成するための金型の製造方法が開示されているが、この文献に開示されている製造方法では、レジスト材料にパターンを形成して蒸着によって金属マスクを形成し、エッチングを行うことにより反射防止膜の微細パターンの金属層を形成し、これにメッキを施してから金属層を剥離して金型を形成するものであり、前記特許文献1と同様に、製造工程が煩雑だけでなく、メッキ工程やメッキ層の剥離工程においてその微細形状が変形してしまう可能性があった。

40

【0014】

そこで、本発明では、微細溝を備えた成形用金型を製造する上で、電鍍工程やメッキ層の剥離工程が必要無く、局所に対する微細加工も問題無く成形できるように工夫した、微細溝を備えた成形用金型、及びその製造方法を提供することを第2の課題とする。

【0015】

また、上記のようにリソグラフィ技術を用いた金型製造技術だけでなく、真空プロセスのみで形成した金属ナノ微粒子をエッチング用マスクとして利用して、反射防止構造を形

50

成した金型の製造技術も知られている。しかしながら、付着させる金属ナノ微粒子の形状が不規則な為、反射防止構造を均一（規則的）に作製し難いことや、成形時の離型性が悪い為に起き得る反射防止構造の破損等が発生する可能性があった。

【 0 0 1 6 】

そこで、本発明では反射防止構造を均一（規則的）に作製でき、成形性を良好に保つことができるように工夫した、微細溝を備えた成形用金型、及びその製造方法を提供することを第3の課題とする。

【 0 0 1 7 】

さらに、機械加工によって金型表面を切削して微細形状形成しようとしても、従来の切削方法では加工工具への負担が大きい為、工具摩耗が激しく破損し易い状況にあった。その他にも、加工した反射防止構造の形状（凹凸形状など）にバリや倒れが生じ易く、反射防止構造に必要とされる表面加工精度が確保できない状況にあった。

【 0 0 1 8 】

そこで、本発明では金型表面を切削加工して微細形状を施す際にも、加工工具及び金型への負担を低減させ、目的の形状にバリや倒れ等が生じ難く、高い加工精度を実現できるよう工夫した微細溝を備えた成形用金型、及びその製造方法を提供することを第4の課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 9 】

前記課題の少なくとも何れかを解決するべく、本発明では切削加工によって反射防止構造を有する微細溝を形成した成形用金型、及び当該成形用金型の製造方法を提供するものであり、特にメッキ層を設けると共に、当該メッキ層に対して、切削部を超音波によって楕円振動させながら切削加工して微細な溝を形成した、微細溝を備えた成形用金型、及びその製造方法を提供するものである。

【 0 0 2 0 】

即ち、本発明にかかる微細溝を備えた成形用金型は、成形面によって物体を成形するための成形用金型であって、当該成形面の一部または全部にはメッキ加工が施されており、当該メッキ加工によって形成された均一な厚さのメッキ層には、ピッチが400nm以下の溝部が、切削加工によって複数形成されており、当該溝部、又は当該溝部同士の間にある突起部の形状は、溝部の延伸方向に交差する向きの縦断面形状において、端部を尖らせて形成している。

【 0 0 2 1 】

本発明にかかる成形用金型は、半導体製品や光学製品を始めとする各種の製品を、成型加工又はプレス加工によって製造する為に使用することができる。特に、当該成形用金型に形成される溝部又は突起部が、成形品における反射防止構造として機能する場合には、本発明にかかる成形用金型は、反射防止構造を有する製品を製造する為の成形用金型として利用することができる。その際、当該金型によって形成される製品は、少なくとも光透過性材料で形成された光学製品とする事が望ましい。よって、当該成形用金型は、望遠鏡、光学顕微鏡、及びカメラ等の光学機器を構成する光学素子（ミラー、レンズ、プリズム、フィルタ等を含む）や、光を透過又は反射させるシートやフィルム等の製品であって、反射防止機能を付与する可能性のある製品を製造する為に、有利な効果を奏することができる。

【 0 0 2 2 】

本発明にかかる成形用金型は、ピッチが400nm以下、望ましくは380nm以下、特に望ましくは350nm以下の溝部が、切削加工によって複数形成されている。かかる溝部、又は当該溝部同士の間にある突起部の形状は、溝部の延伸方向に交差する向きの縦断面形状において、端部が尖っている。即ち、溝部の形状は、溝部の延伸方向に交差する向きの縦断面形状における下端部が尖った「V」字状に形成され、又は突起部の形状は、溝部の延伸方向に交差する向きの縦断面形状における上端部が尖った「」字状に形成されている。その結果、当該金型を用いた射出成型等により製品を成形すれば、微細な

10

20

30

40

50

凹凸形状（溝部又は突起部で形成される凹凸形状）からなる反射防止構造を有する成型品を製造することができる。即ち、成型後に反射防止膜をコーティングする等の作業は必要が無く、成型のみで反射防止機能を有する製品を製造できる。よって、反射防止膜のコーティングに要していたコストを削減することができ、また工期においても大幅に短縮することができる。また、この成形用金型は、射出成型のみならずナノインプリントなどのプレス成形にも使用することができる。この時、成形対象は特に制限されるものではないが、成形精度等を考慮すれば薄肉状態に形成されたフィルム材であることが望ましい。

【0023】

特に前記溝部は、何れかの一方に向かって整列する平行な溝として形成することもできる。この場合には、特定の方向乃至は波長の光に対して反射防止効果を発揮する成型品とする事ができる。但し、望ましくは、当該溝部は、相互に交差する向きに形成する。溝同士を交差させることにより、突起部を錐体形状に形成することができ、これにより様々な方向における反射を防止できる為である。特に、前記溝部を、溝角度が $120^{\circ} \sim 40^{\circ}$ のV字溝とし、前記突起部をブレード角が $30^{\circ} \sim 70^{\circ}$ の錐体形状に形成する事により、当該金型を用いて成形した製品における反射防止効果を一層高めることができる。

【0024】

前記金型を用いて、製品を射出成型などによって成型する場合、当該成型に使用できる材質（材料）は、特に制限されるものではなく、金属や樹脂、或いはガラス等、目的に合わせて様々設定可能である。但し、成型された製品を離型する際、製品に形成される反射防止構造などの微細な溝部や突起部が破損したり、寸法変化等が生じ難い材質を適用するのが望ましい。また、成型された製品に転写された微細な溝部や突起部に、反射防止機能乃至は透過率の向上が要求されている場合には、成型に使用される材料は透明または半透明な材料が使用されるのが望ましい。また、成型された製品に転写された微細な溝部や突起部は、照射された光の反射光を無くし、光を効率よく吸収できる機能を果たす事もできる。この場合には、成形に使用される材料は、必ずしも透明である必要はなく不透明な材料であっても良い。

【0025】

本発明にかかる成形用金型を構成する材質は、特に制限されるものではなく、一般的な工具鋼の他、使用目的に応じて超合金やセラミックス等を使用することができる。本発明にかかる成形用金型の製造に際しては、加工工具及び被削材（ここでは金型）に対する負担を極力削減することができる為、従来と比較しても、使用できる材質の種類を広げることができる。

【0026】

本発明にかかる成形用金型の製造に際して、前記溝部はメッキ層に対して形成するのが望ましい。よって、まず前記金型の切削加工を施す対象となる成形面を備えた成形駒の表面または領域に対して、無電解Ni-Pメッキ加工等のメッキ加工を施すのが望ましい。これは、メッキ加工を施すことで金型の耐食性、及び耐摩耗性を大幅に向上させ、その後の切削加工においても高精度な加工が可能になる為である。メッキ加工におけるメッキ膜厚は、形成する溝の深さや使用目的に応じて適宜設定可能であるが、 $100\mu\text{m}$ 以上の膜厚で形成するのが望ましく、成形駒の表面に対して均一に付着させるのが望ましい。具体的には所要の膜厚に対して約 $\pm 10\%$ 以内（特に望ましくは約 $\pm 5\%$ 以内）で均一に付着させるのが望ましい。

【0027】

そして、メッキ加工を施した成形駒の表面に対して、目的となる微細な凹凸形状からなる溝部、即ちピッチが 400nm 以下、望ましくは 380nm 以下の溝からなる溝部を、切削加工によって複数形成する。当該金型による成型品が、数百nm周期又は間隔の凹凸構造（いわゆるモスアイ構造）備える事により、射防止機能を果たすことができる。さらに、高密度で高アスペクト比構造であれば、より一層、滑らかな屈折率分布の形成が可能になり、より高い反射防止効果を発揮することができる。

【0028】

前記切削加工においては、溝部又は突起部を、相互に交差する向きに形成する事により、角錐或いは円錐状等の錐体形状に突出する凸状部、又は錐体形状に窪んでいる凹状部を形成することができる。その為に、使用する切削加工機は可能な限り超微細加工が可能に構成されているものを使用するのが望ましく、例えば直線軸 1 nm、回転軸 0.00001 deg 程度の指令分解能を保有する切削加工機を使用するのが望ましい。使用する加工工具の刃先の材質は高速度鋼や超硬合金、或いはサーメット、セラミックス等の材質を任意に設定できるが、精密且つ超微細な切削加工を施すことを鑑みれば、人工単結晶ダイヤモンドを使用するのが望ましい。

【0029】

また、本発明にかかる成形用金型において、溝部又は突起部を交差させて形成する場合、切削加工を施す際に、当該加工工具を超音波楕円振動切削によって振動させて切削加工を施すのが望ましい。例えば、超音波楕円振動切削装置において、主軸となる振動装置（或いは振動子）に対して加工工具を装着（或いは接着）させることで、加工工具自体を円或いは楕円に振動させながら切削加工を施すことができる。即ち、加工工具の刃先を被削材に対して相対的に超音波楕円振動させることで、被削材に対して働く平面方向にかかる主分力、及び垂直方向にかかる背分力を大幅に低減させることができる。その為、加工工具の摩耗低減、加工精度の向上、びびり振動の抑制等の効果が大幅に向上する。そして被削材にかかる力を低減させることで、切削加工部の凹凸形状にバリや倒れが生じ難くなる為、凹凸形状の斜面の表面粗さにおいても $R_a 10 \text{ nm}$ 以下、及び $R_z 50 \text{ nm}$ 以下を確保できる精度にて切削加工が可能になる。その為、その後の射出成形等の成形方法を用いて成形品を成形した場合においても、良好な成形性（離型性など）を確保することができる為、良好な反射防止機能を発揮する成形品が提供可能になる。この点、仮に超音波振動させずに切削加工を行ったとすると、切削深さが深くなり、切削に要する力が大きくなるばかりか、切削を行うビット等の切削部の磨耗が大きくなってしまい、更に溝同士が交差する向きに切削を行うに際して、先に切削した溝部間に存在する突起部を変形させてしまい、目的とする形状の凸状部を形成するのが困難になる。

【0030】

そして上記の切削加工方法によれば、金型を様々な形状に切削することができ、これにより、成形品における反射防止構造を形成する成形部分（金型における成形部分）も様々な形状に形成することができる。例えば、当該成形部分に形成される凸形状或いは凹形状が、三角錐、四角錐、六角錐等の多角形状の他、円錐やプリズム形状、その他ノコギリ歯状等、様々な形状が形成可能になる。さらに前記加工工具の刃先の形状を適宜変更することで、上記溝部がV溝以外でも、R溝や台形溝、短溝（マイクロ溝）等様々な溝加工が可能で、角度徐変（可変）溝等にも対応可能になる。さらに、その形状の斜面の表面状態も、従来と比較して大幅に平滑になる為、目的となる反射防止機能を阻害する可能性を極力減ずることができ、高精度な成形品が提供可能となる。

【0031】

ここで、切削工具などの加工工具に対して超音波楕円振動を伝導する超音波楕円振動切削装置は任意に構成することができる。例えば、加工工具の刃先を被削材に対して相対的に円或いは楕円振動させることが可能な振動装置（或いは振動子）と、楕円振動の振幅（及び位相差など）を制御可能な制御部とから構成することができる。その際、切削加工時の加工工具の刃先の位置（或いは被削材の位置）と振動装置との相対的な位置を検知可能な位置検知手段を備えるものであれば更に望ましい。このように構成すれば、切削部における切削量及び送り量の微調整が可能になる為、被削材の表面に対して精密且つ超微細な切削加工が可能になり、これと同時に超音波楕円振動も相乗的に作用することで、従来微細切削加工が困難であった焼入れ鋼や脆性材料等の難削材料に対する切削加工も可能になる。

【0032】

上記した成型用金型の製造に際して、切削加工工具の刃先先端の角度、及び切削の送り速度、振動条件（周波数、振動速度、振動直径、速度比等）等に関しては、目的となる切

10

20

30

40

50

削形状の要求精度に応じて任意に設定できる。これらの加工条件は、目的となる切削形状の加工難度及びその後の成形難度を加味して設定するのが望ましい所、反射防止機能を発揮する為には、形成される角錐或いは円錐状の凹凸形状のピッチは400nm以下（より特に380nm以下）を確保して形成するのが望ましい。さらにはアスペクト比を1以上確保するのが望ましく、極力凹凸形状にバリや倒れ等が生じないように、加工条件を微調整し、凹凸形状の斜面の表面粗さをRa100nm以下に形成するのが望ましい。

【0033】

また、前記金型の製造に際しては、切削加工工具の耐久性を考慮して、前記した微細な溝部及び突起部が形成された小さいマスターチップを複数形成し、この複数のマスターチップを組み合わせて形成しても良い。

10

即ち、前記本発明にかかる、微細溝を備えた成型用金型の製造方法であって、複数のマスターチップを組み合わせて形成されており、当該マスターチップは、一辺が2mm以上、5mm以下であって、基板上に形成したメッキ面に対して、ピッチが400nm以下の溝部が、切削加工によって複数形成されており、当該溝部、又は当該溝部同士の間にある突起部は、溝部の延伸方向に交差する向きの縦断面形状において、端部が尖っているように形成する微細溝を備えた成型用金型の製造方法とすることができる。

【0034】

また、本発明にかかる成型用金型は、上記のように複数のマスターチップを組み合わせたものを電鑄で転写してマスター金型を形成し、このマスター金型に対して電鑄を行って成型用金型とすることができる。かかる電鑄は、1μm以下のサブミクロン単位での転写、複製が可能であることから、実質的にマスターチップと同じ凹凸を有する成型用金型を製造することができる。

20

【0035】

前記した微細な溝部は、細かいピッチで複数形成される事から、超音波楕円振動切削によって加工した場合であっても、切削刃は少なからず摩耗する事になる。一方で、摩耗した切削刃を、加工の途中で交換しようとしても、切削している溝部が細く、且つピッチも小さいことから、位置合わせが困難になる。そこで、狭小面のマスターチップに対して微細な溝部を切削し、当該微細な溝部が形成されたマスターチップを複数組み合わせれば、溝部を切削加工している途中における切削刃の交換も不要であり、均等に溝部を形成した成型用金型を製造することができる。

30

【0036】

上記の製造方法を用いて製造された成型用金型には、超音波楕円振動切削を利用した切削加工によって、微細な溝部を高精度且つ均一（規則的）に切削加工することができる。また、かかる製造方法で形成された金型の駒に出現する凹凸形状は、バリや倒れが極力少なく、射出成形等の成形方法を用いて成形した場合においても、良好な成形性（離型性など）を確保できる。さらには超音波楕円振動切削を用いて切削加工を施し、被削材（本例では金型）への負担を極力少なくしている為、金型の長寿命化が可能になる。その為、上記の高精度な金型を使用して射出成形等により成形品を形成すれば、成形離型性等も問題無く、高精度な反射防止構造体を有する成形品を製造することができる。

【発明の効果】

40

【0037】

上記本発明の成型用金型によれば、金属メッキ層に対して微細な溝部を形成している事から、金型の腐食の問題を減じることができる。また被削物の材質を一定にできることから、安定した切削加工を実現することができる。これにより、微細な溝部であっても、特段の困難を伴わず切削加工を行うことができる。また、切削加工によって成型用金型を形成している事から、金型を製造する上で、電鑄工程やメッキ層の剥離工程が必要無く、局所に対する微細加工も問題無く施すことができる。

【0038】

そして、かかる成型用金型を用いて射出成型等の成形加工やプレス加工を行う事により、反射防止構造を均一（規則的）に形成した成形品を簡易に製造することができ、また当

50

該金型における表面加工精度も高いことから、バリや倒れ等が生じ難く成形性を良好に保つことができ、表面加工精度の高い成形品を製造することができる。

【0039】

さらに、金型表面を切削加工して微細形状を施す際にも、加工工具及び金型への負担を低減させている為、加工工具及び金型の長寿命化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本実施の形態にかかる成形用金型の製造工程を示す、(A)メッキ工程を示す要部縦断面正面略図、(B)金型製造における切削加工工程を示す要部斜視図である。

【図2】成型用金型を用いた成型品の製造工程を示す(A)射出成型工程を示す要部縦断面図、(B)成型して得られた製品を示す斜視図である。

【図3】切削加工工程の全体構成を示す斜視図である。

【図4】金型の切削加工を示す要部正面略図であり、(A)加工工具を超音波楕円振動させた場合、(B)加工工具を超音波楕円振動させない場合、をそれぞれ示している。

【図5】金型の切削加工を示す斜視図であり、(A)超音波楕円振動させない状態におけるX方向矢視端面図、(B)超音波楕円振動させた場合におけるX方向矢視端面図、をそれぞれ示している。

【発明を実施するための形態】

【0041】

以下、図面を参照しながら本実施の形態にかかる成形品と、その製造方法を具体的に説明する。

【0042】

図1は、実施の形態にかかる成形用金型の製造工程を示す、(A)メッキ工程を示す要部縦断面正面略図、(B)金型製造における切削加工工程を示す要部斜視図である。この図1(A)に示すように、本実施の形態にかかる金型10を製造するにあたり、金型10の切削加工を施す対象となる駒の表面に対して、無電解Ni-Pメッキ加工を施している。本実施の形態において、メッキ皮膜14の膜厚は約100μm程度としており、成形駒の表面に対して均一に付着させていることで、耐熱性や耐食性に優れるだけでなく、その後の切削加工においても寸法精度を有する加工を可能にしている。

【0043】

次に図1(B)に示すように、メッキ加工を施した金型10の成形駒の表面に対して、微細な溝部16を複数切削加工して、成形品に反射防止構造を形成する為の突起部12を形成する。切削加工には、人工単結晶ダイヤモンドバイトで形成された加工工具11を使用する。本実施の形態では、当該バイトは刃先が剣形状であり、刃先角度が120°~40°のものを使用することができる。かかるバイトを使用した切削工程では、成形用金型(より具体的にはメッキ皮膜14)に対して、ピッチが400nm以下の溝部16を格子状に形成している。その結果、金型10上には、溝部と同じピッチの高さを有する四角錐形状の突起部12が複数形成される。

【0044】

以上のように形成した成形用金型を用いて成形する事により、反射防止構造を有する成形品13を製造することができる。図2は、上記の成型用金型を用いて樹脂を射出成型する成型品の製造工程を示す(A)射出成型工程を示す要部縦断面図、(B)成型して得られた製品13を示す斜視図である。この図2(A)に示す様に、上記の成形用金型10を使用して樹脂の射出成型を行う事で、成形面に形成した溝部16及び突起部12に相応する突起部16R及び溝部12Rが形成された成型品を製造することができる。特に前記成形用金型には、ピッチが400nm以下の溝部16が格子状に形成されていることから、成型品には、これと同じピッチの四角錐形状の突起部16Rが整列した状態で形成される。かかる突起部16Rが表面に形成された成型品では、光(可視光)の反射が抑えられ、よって反射防止構造を有する成形品となる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

本実施の形態にかかる成形用金型を使用することにより、単に樹脂を射出成型するだけで、表面加工精度の高い反射防止構造を有する成形品を簡易に製造することができ、反射防止シートの貼付などの複雑な工程を省くことができ、更に良好な反射防止機能を発揮することができる成形品とすることができる。

【 0 0 4 6 】

図3は上記成型用金型を製造する際の切削加工工程の全体構成を示す斜視図であり、この図に示すように、本実施の形態にかかる切削加工工程においては超音波楕円振動切削装置21を利用して切削加工することで、高精度な切削加工を可能にしている。具体的には、当該超音波楕円振動切削装置21は、加工工具11の刃先を楕円振動させることが可能な振動装置22、当該楕円振動における回転運動の主軸となる振動子23、楕円振動の振幅（及び位相差など）を制御可能な制御部26とから構成している。即ち、制御部26に対して振動装置22及び振動子23の位置信号（エンコーダ信号）と、加工形状データ25が入力されると、これらの情報に基づいて振動装置22の動作制御を行い、加工工具11の刃先の楕円振動の振幅を制御している。さらに、切削加工時の加工工具11の刃先の位置（或いは被削材の位置）と振動装置22との相対的な位置を検知可能な位置検知手段を備えれば尚望ましいものとなる。

【 0 0 4 7 】

上記により構成した超音波楕円振動装置21を、切削加工の動力源となる切削加工機20に保持させた状態で設け、振動子23に加工工具11を装着して切削加工を施す。加工対象となる金型10は土台部24に載置して安定（固定）させ、制御部26から送られる位置信号（エンコーダ信号）によって切削量及び送り量の調整を可能にしている。上記切削加工機20には直線軸1nm、回転軸0.00001deg程度の指令分解能を保有する切削加工機20を使用し、超微細な切削加工を可能にしている。

【 0 0 4 8 】

ここで図4及び5に基づき、切削部を超音波楕円振動させることによる作用及び効果を説明する。切削部を超音波楕円振動させることによる作用は、図4（A）に示すように、加工工具11の刃先を超音波楕円振動させることで、被削材（ここでは金型10）に対して働く平面方向にかかる主分力 P_t 、及び垂直方向にかかる背分力 P_f を大幅に低減させることができる。即ち、加工する力（金型10が受ける力）が少なく済むことで切り屑30が薄くなり、加工工具11の摩耗低減、加工精度の向上、びびり振動の抑制等の効果を大幅に向上させている。これにより、微細な溝を精密に加工した金型を製造することができる。一方で図4（B）に示すように、加工工具11の刃先に超音波楕円振動を伝導しないで切削加工を行う場合には、主分力 P_t 及び背分力 P_f が大きくなり、切り屑30も厚くなってしまう為、加工工具11及び金型10の摩耗が大きくなっている。加工工具11及び金型10の摩耗や摩擦抵抗が大きくなるに従い、加工精度に誤差が生じる可能性が高くなり、高精度な反射防止構造体12の形成が困難になってしまう。

【 0 0 4 9 】

また、切削部を超音波楕円振動させることによる効果は、図5（A）に示すように、切削加工の際に、加工工具11の刃先を超音波楕円振動させないで切削加工を行ったとすると、金型10と加工工具11との間に摩擦抵抗が大きく生じる為、形成される反射防止構造体12に倒れやバリ40が多く発生してしまう。一方で図4（B）のように加工工具11の刃先を超音波楕円振動させながら切削加工を行えば、金型10と加工工具11との間の摩擦抵抗は大幅に減じられ、倒れやバリ40を極力減らすことができる。即ち、超音波楕円振動切削を利用することで、反射防止構造等を成形する為の凹凸形状の斜面の表面粗さを極力平滑に確保することが可能になる。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態にかかる切削加工工程では、反射防止構造を形成するための溝部16を金型10に形成する為に、加工工具11に刃先角度60degの剣形状のバイトを使用し、所定のピッチ及び深さの溝部を格子状に形成している。即ち、金型に切削加工する溝部1

10

20

30

40

50

6 は、ピッチ P を 3 0 0 n m、高さ（深さ）D を 6 0 0 n m、そして溝角度 d e g を 6 0 ° に形成しており、溝部 1 6 と突起部 1 2 の表面粗さは R a 1 0 n m、及び R z 5 0 n m 以下を確保して形成している。

【 0 0 5 1 】

上記方法にて製造した金型 1 0 を用いて、前記図 2 に示したように、射出成形機 1 5 を使用して成型品を成形する。かかる成型品の製造に使用する金型には、上述の通り超音波楕円振動切削によって、反射防止構造を形成する凹凸が極力平滑に形成されている。その為、成形性（離型性など）を良好に確保でき、高精度な反射防止構造（突起部 1 6 R 及び溝部 1 2 R）を破損させることなく成形することができる。

【 0 0 5 2 】

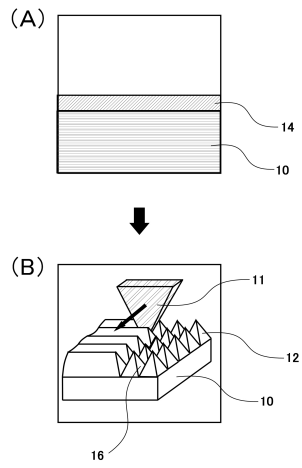
以上、本発明の実施形態を、図面を参照しながら説明したが、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば、前記成型用金型を、反射防止構造を有する製品以外の製品（例えば半導体製品など）を成形する為に使用することができる。

【符号の説明】

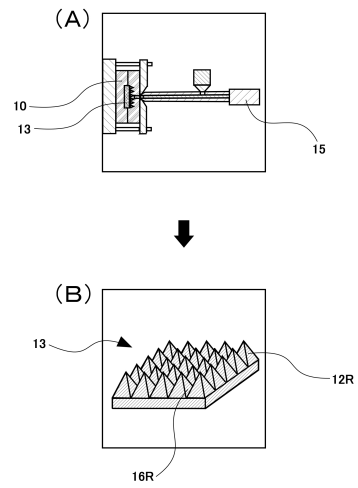
【 0 0 5 3 】

- | | | |
|-------|-------------|----|
| 1 0 | 金型 | |
| 1 1 | 加工工具 | |
| 1 2 | 金型の突起部 | |
| 1 2 R | 成型品の溝部 | 20 |
| 1 3 | 成型品 | |
| 1 4 | メッキ皮膜 | |
| 1 5 | 射出成形機 | |
| 1 6 | 金型の溝部 | |
| 1 6 R | 成型品の突起部 | |
| 2 0 | 切削加工機 | |
| 2 1 | 超音波楕円振動切削装置 | |
| 2 2 | 振動装置 | |
| 2 3 | 振動子 | |
| 2 4 | 土台部 | 30 |
| 2 5 | 加工形状データ | |
| 2 6 | 制御部 | |
| 3 0 | 切り屑 | |
| 4 0 | バリ | |

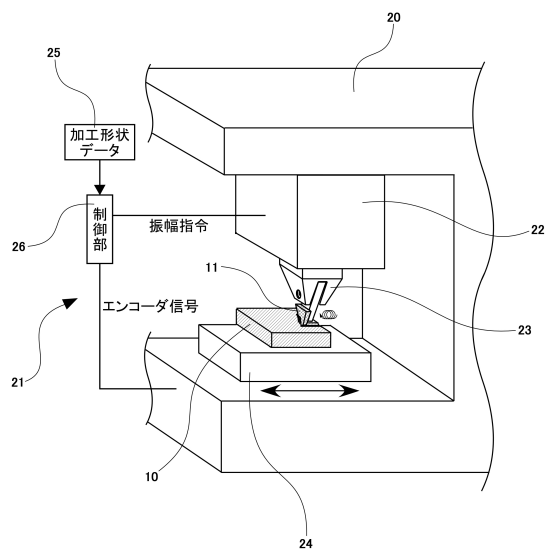
【図 1】



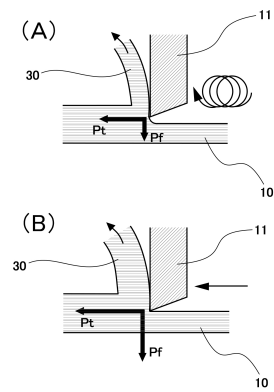
【図 2】



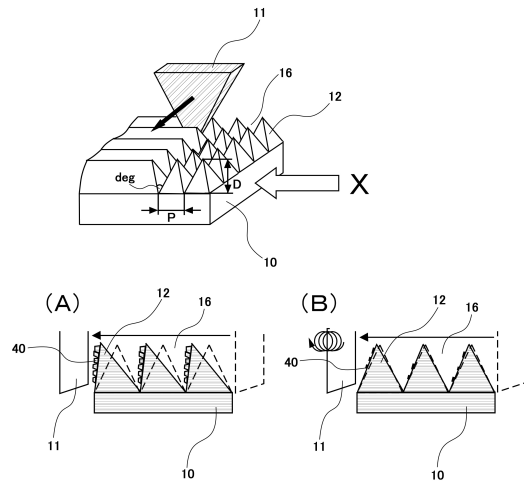
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-17879(JP,A)
特開2008-307735(JP,A)
国際公開第2005/010572(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 33/42
B29C 33/38
G02B 1/118
C03B 11/06