

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4587172号  
(P4587172)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月17日(2010.9.17)

(51) Int.Cl.

G02B 5/18 (2006.01)  
B23B 5/00 (2006.01)

F 1

G02B 5/18  
B23B 5/00

Z

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2005-106205 (P2005-106205)  
 (22) 出願日 平成17年4月1日 (2005.4.1)  
 (65) 公開番号 特開2006-285011 (P2006-285011A)  
 (43) 公開日 平成18年10月19日 (2006.10.19)  
 審査請求日 平成20年4月1日 (2008.4.1)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 100105289  
 弁理士 長尾 達也  
 (72) 発明者 中保 友直  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 キヤノン株式会社内

審査官 竹村 真一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回折光学素子、回折光学素子の製造方法、及び回折光学素子成形用金型の製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

表面に光軸を中心とする回転対称形状の、格子面及び垂直面を持つ回折格子を有する回折光学素子であって、

前記回折格子は、前記格子面と垂直面の間の格子頂点にバリ除去形状面を有し、前記バリ除去形状面は、光軸と垂直方向に  $1.0 \mu m$  以下の幅で、前記格子面に対して  $10^\circ$  以下の角度をなす平面であることを特徴とする回折光学素子。

## 【請求項 2】

複数の回折光学素子を積層した回折光学素子において、前記複数の回折光学素子の各々が請求項 1 に記載の回折光学素子によって構成されていることを特徴とする回折光学素子。

## 【請求項 3】

表面に光軸を中心とする回転対称形状の、格子面及び垂直面を持つ回折格子を有する回折光学素子を切削工具を用いて切削加工する回折光学素子の製造方法であって、

格子面を加工した後、垂直面を荒加工し、

前記荒加工した後、前記格子面に対して  $10^\circ$  以下の角度をなすように前記切削工具を前記格子面側から垂直面側に移動して、格子頂点にバリ除去形状面を加工し、

前記バリ除去形状面を加工した後、前記垂直面を仕上げ面形状に加工することを特徴とする回折光学素子の製造方法。

## 【請求項 4】

表面に光軸を中心とする回転対称形状の、格子面及び垂直面を持つ回折格子を有する回折光学素子の成形をする回折光学素子成形用金型を、切削工具を用いて切削加工する回折光学素子成形用金型の製造方法であって、

格子面を加工した後、垂直面を荒加工し、

前記荒加工した後、前記格子面に対して  $10^{\circ}$  以下の角度をなすように前記切削工具を前記格子面側から垂直面側に移動して、格子頂点にバリ除去形状面を加工し、

前記バリ除去形状面を加工した後、前記垂直面を仕上げ面形状に加工することを特徴とする回折光学素子成形用金型の製造方法。

#### 【請求項 5】

前記回折光学素子成形用金型は、母材としてプラスチック金型用鋼材が用いられることを特徴とする請求項 4 に記載の回折光学素子成形用金型の製造方法。 10

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本発明は、回折光学素子、回折光学素子の製造方法、及び回折光学素子成形用金型の製造方法に関するものである。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

回折光学素子は、例えば、屈折型光学素子と逆の分散値を有すること、光学系がコンパクトになること等、レンズやプリズムのような屈折型の光学素子にはない特長を有することから、従来から光学機器等の光学系に多く用いられてきている。 20

従来において、このような回折光学素子、あるいは回折光学素子成形用金型の製造に際しては、ダイヤモンド工具等の切削工具を使用し、格子形状に倣って並進させながら回折面形状を切削加工する製造方法が知られている。

例えば、特許文献 1 では、刃先形状を微小な面取りを設けた切削工具を用い、格子形状に倣って切削加工する方法が提案されている。また、特許文献 2 では、刃先形状を微小な R とした切削工具を用いて製造する方法が提案されている。

##### 【0003】

さらに、特許文献 3 では、ダイヤモンド工具における刃先の横切刃を切削すべき格子面に対し  $30^{\circ}$  以下になるように取り付け、表面形状の良好な回折格子面を切削加工し得る方法が提案されている。具体的には、切削すべき回折面と切削工具とを相対的に回転させると共に並進移動させながら回折面形状を製造するに際して、回折格子における回折機能を有する斜面の長さよりも短い長さの横切刃を用いて、この回折機能を有する斜面を切削するようにされている。その際、横切刃の長さ方向が上記切削すべき回折機能を有する斜面に対し  $30^{\circ}$  以下になるように取り付け、切削工具を上記斜面の低所から高所に向けて  $30^{\circ}$  以下の方向に相対的に移動させて切削加工する。 30

【特許文献 1】特開平 11 - 010401 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 189114 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 197902 号公報

#### 【発明の開示】

##### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0004】

しかしながら、上記従来例の特許文献 1 と特許文献 2 では、切削工具の磨耗により回折面形状が正確に加工することができず、また、切削工具の刃先が面取りや R 形状のため回折格子の底部形状及び格子高さを正確に加工できないという不具合が発生する。さらに、これらのものでは、回折機能を有する斜面部分の粗さが大きくなるという問題を有している。

これに対し、上記従来例の特許文献 3 のものでは、上記の課題を解決して回折格子面の切削加工を可能としているが、垂直面加工において光軸方向に切り込む際に、格子頂点にバリが発生するという不具合が生じる。すなわち、このバリに光が乱反射してフレアを発生 50

させ、回折効率の低下を招く原因となる。また、このようなバリを有する回折光学素子成形用金型を用いて回折光学素子を製造した場合には、このバリが成形時にアンダーカットとなり、金型から回折光学素子の成形品を離型する際に、その妨げとなり正確な回折面形状を得ることができないこととなる。

#### 【0005】

本発明は、上記課題に鑑み、格子頂点にバリのない、所望の正確な回折格子形状を有する回折光学素子、回折光学素子の製造方法、及び回折光学素子成形用金型の製造方法を提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0006】

本発明は、つぎのように構成した回折光学素子、回折光学素子の製造方法、及び回折光学素子成形用金型の製造方法を提供するものである。

すなわち、本発明の回折光学素子は、表面に光軸を中心とする回転対称形状の、格子面及び垂直面を持つ回折格子を有する回折光学素子であって、

前記回折格子は、前記格子面と垂直面の間の格子頂点にバリ除去形状面を有し、前記バリ除去形状面は、光軸と垂直方向に $1.0 \mu m$ 以下の幅で、前記格子面に対して $10^\circ$ 以下の角度をなす平面であることを特徴としている。

また、本発明の回折光学素子の製造方法は、表面に光軸を中心とする回転対称形状の、格子面及び垂直面を持つ回折格子を有する回折光学素子を切削工具を用いて切削加工する回折光学素子の製造方法であって、

格子面を加工した後、垂直面を荒加工し、

前記荒加工した後、前記格子面に対して $10^\circ$ 以下の角度をなすように前記切削工具を前記格子面側から垂直面側に移動して、格子頂点にバリ除去形状面を加工し、

前記バリ除去形状面を加工した後、前記垂直面を仕上げ面形状に加工することを特徴としている。

また、本発明の回折光学素子成形用金型の製造方法は、表面に光軸を中心とする回転対称形状の、格子面及び垂直面を持つ回折格子を有する回折光学素子の成形をする回折光学素子成形用金型を、切削工具を用いて切削加工する回折光学素子成形用金型の製造方法であって、

格子面を加工した後、垂直面を荒加工し、

前記荒加工した後、前記格子面に対して $10^\circ$ 以下の角度をなすように前記切削工具を前記格子面側から垂直面側に移動して、格子頂点にバリ除去形状面を加工し、

前記バリ除去形状面を加工した後、前記垂直面を仕上げ面形状に加工することを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0007】

本発明によれば、格子頂点にバリのない、所望の正確な回折格子形状を有する回折光学素子、回折光学素子の製造方法、及び回折光学素子成形用金型の製造方法を実現することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0008】

つぎに、本発明の実施の形態における回折光学素子成形用金型の製造方法について説明する。

図4に本実施の形態に用いるX Y Cの3軸NC制御加工機の構成を示す。

図4において、5は加工すべき金型、7は回転軸、8は切削工具、9はX Y Cステージである。なお、このような加工機において、図4とは逆に切削工具8を回転軸7に取り付け、金型5をX Y Cステージに取り付けるようにしてもよいが、本実施の形態では図4のように構成したもの用いた。その際、金型6を取り付けた加工機の回転軸7を毎分3000回転で回転せると共に、X Y Cステージ9をプログラム制御により、毎分0.3mmの速度で移動させ、図1に示す切削加工工程により格子面を加工した。

10

20

30

40

50

図1に示された11～18の符号は上記切削加工における各工程（以下、これを工程11～工程18という）を示すものであり、各工程に示された矢印位置まで工具刃先が移動される。本発明の実施の形態における回折光学素子の製造方法においては、これらの工程を経て、格子頂点にバリのない、所望の正確な回折格子形状を有する回折光学素子が切削加工される。

#### 【0009】

つぎに、この図1を用いて本実施の形態における格子面の切削加工の手順について説明する。

図1において、1はバリが除去された平面による格子頂点形状面（以下、これをバリ除去形状面という）、2及び4は回折格子における回折機能を有する斜面（以下、これを格子面という）、3は垂直面である。また、10は切削工具8の刃先の横切刃である。  
10

ここで、バリ除去形状は、格子面2と垂直面3との間の光軸と垂直方向の幅dと、バリ除去形状面と格子面とのなす角度で定義する。

(1) まず、工程11において、横切刃10によって角度が10°以下の格子面2を加工しながら、格子面2を延長した線上における垂直面3から2μmだけ離れた位置（工程11の矢印で示された位置）まで、工具刃先を移動させる。

(2) つぎに、工程12において、上記垂直面3から2μm離れた位置を平行に切り込みながら次の格子面4まで1μmだけ残す位置まで荒加工形状を切削加工しながら、工具刃先を移動させる（工程12の矢印で示された位置）。なお、ここでの荒加工においては次の格子面4まで1μmだけ残すように加工したが、この距離は1μmに限られるものではなく、5μm以下であればよい。  
20

(3) つぎに、工程13において、前記工程12において移動させた位置から工程12の切り込み開始点まで工具刃先を戻す。（工程13の矢印で示された位置）。

(4) つぎに、工程14において、上記工程12の開始点からバリ除去形状面1を延長した直線上を格子面2側に1μmだけ離れた位置まで、工具刃先を移動させる（工程14の矢印で示された位置）。

(5) つぎに、工程15において、上記工具刃先を移動させた格子面側から上記垂直面3側に、前記バリ除去形状面1を延長した直線上を進み、幅1.0μm以下のバリ除去形状1を加工し、垂直面3から1μmだけ離れた位置まで切削しながら、工具刃先を移動させる（工程15の矢印で示された位置）。  
30

(6) つぎに、工程16において、前記工程15において切削した位置から格子頂点が切削される以前において本来あるべき点まで、工具刃先を移動させる（工程16の矢印で示された位置）。

(7) つぎに、工程17において、前記工程16において工具刃先を移動させた位置から垂直面3の底部まで切り込みながら、前記工程15で切削加工したバリ除去加工面1を経て、前記工程12の垂直面の荒加工形状をさらに仕上面形状に切削加工しながら、つぎの格子面4の加工開始位置まで、工具刃先を移動させる（工程17の矢印で示された位置）。

(8) つぎに、工程18において、前記工程11と同様につぎの格子面4を切削加工し（工程18の矢印で示された位置）、このような一連の工程を繰り返し、表面に光軸を中心とする回転対称形状の回折格子を有する回折光学素子成形用金型を製造する。  
40

なお、以上では回折光学素子成形用金型の製造方法について説明したが、加工すべき回折光学素子の素材6に対して、工具8によって直接回折格子を切削加工して、回折光学素子を形成することができることは、説明するまでもないことである。

#### 【0010】

上記した本実施の形態の製造方法によれば、工具刃先の磨耗や欠けに影響なく、バリを確実に除去することができ、フレアの発生を抑制することができ、また、成形金型を製造した場合には金型の離型性の改善を図ることが可能となる。

また、本実施の形態の製造方法によれば、非光学有効部面積を最小限に抑えることができ、また、バリ除去加工方法は工具刃先にかかる負荷が少ないため工具の寿命を縮めること  
50

がない。

また、バリ除去加工面粗さは、格子面粗さと比べて 20 % 以下に抑えることができる。

また、積層型回折格子を構成するに際して、本実施の形態による回折格子を適用し、複数積層した回折格子の全てを、上記したバリの除去された同じ形状としてことで、設計値次数以外の回折光を低減させ、フレアの発生を抑制することが可能となる。

また、前記格子面の加工に際し、前記横切刃の長さ方向が前記格子面に対し 30 ° 以下になるように取り付け、切削すべき回折面と切削工具とを相対的に回転させると共に並進移動させながら、前記格子面の低所から高所に向けて格子形状に沿って加工することで、工具刃先の磨耗に影響を受けない正確な格子面の加工が可能となる。

#### 【実施例】

10

#### 【0011】

以下に、本発明の実施例について説明する。

本実施例においては、図 4 に示す 3 軸 NC 制御加工機を用い、上記実施の形態の回折光学素子成形用金型の製造方法によって、回折光学素子成形用金型を製造した。その際、加工すべき金型 6 には、金型 6 の表面には加工層として無電解ニッケルメッキを施し、母材としてプラスチック金型用鋼材を用いた。

ここで、金型 6 を取り付けた加工機の回転軸 7 を毎分 3000 回転で回転させると共に、X Y C ステージ 9 をプログラム制御により、毎分 0.3 mm の速度で移動させ、上記実施の形態の回折光学素子成形用金型の製造方法で説明した工程 11 ~ 工程 18 の手順にしたがって、本実施例の金型と比較例の金型とを製造した。

20

図 2 に本実施例で製造した金型の格子頂点におけるバリ除去形状を、また、図 3 に比較例として製造した金型の格子頂点におけるバリ除去形状を示す。

その結果をつぎの表 1 に示す。

#### 【0012】

#### 【表 1】

	[実施例]	[比較例]
$\alpha$	5. 5 °	55. 0 °
バリの有無	無	無
格子面粗さ (P V)	20 nm	20 nm
バリ除去面粗さ (P V)	30 nm	150 nm
非レンズ面幅	0. 5 μm	1. 3 μm ~ 0. 7 μm
工具刃先の欠け	なし	あり
回折効率劣化比較	小	大

30

#### 【0013】

以上の表 1 から明らかなように、本実施例によればバリを確実に除去することが可能であり、本実施例の  $\alpha$  が 5.5 ° のときは、比較例の  $\alpha$  が 55.0 ° の場合に比して、バリ除去面粗さ、非レンズ面幅、工具刃先の欠け、等において優れており、回折効率の劣化を比較例よりも小さくすることが可能となる。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0014】

【図 1】本発明の実施の形態の回折光学素子成形用金型の製造方法における切削加工工程を説明する図。

【図 2】本発明の実施例で製造した金型の格子頂点におけるバリ除去形状を示す図。

【図 3】比較例として製造した金型の格子頂点におけるバリ除去形状を示す図。

【図 4】本発明の実施の形態に用いる X Y C の 3 軸 NC 制御加工機の構成を示す。

50

## 【符号の説明】

## 【0015】

1 : バリ除去形状面

2 : 格子面

3 : 垂直面

4 : 格子面

10 : 切削工具刃先の横切刃

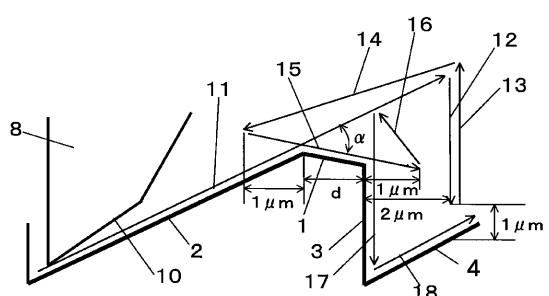
11 ~ 18 : 切削加工における各工程

d : バリ除去形状における格子面 2 と垂直面 3 との間の幅

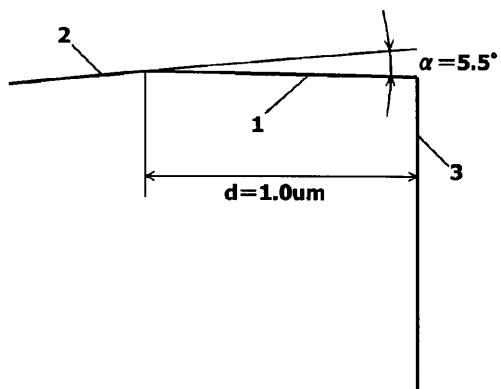
: バリ除去形状面と格子面とのなす角度

10

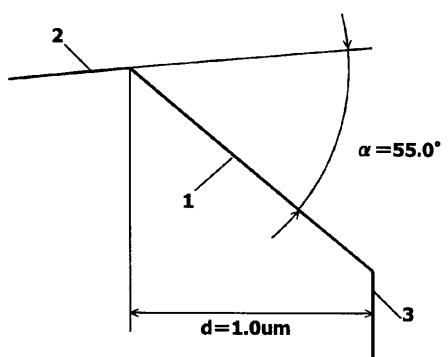
【図1】



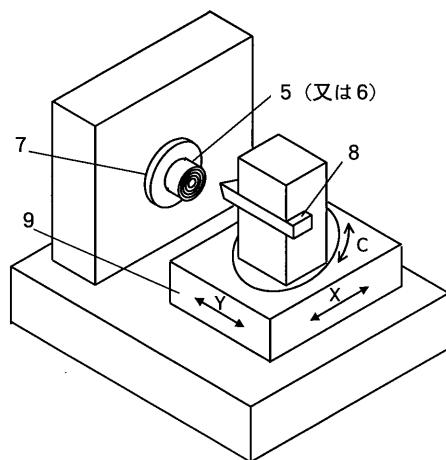
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭56-067822(JP,A)  
特開平09-127322(JP,A)  
特開2000-263310(JP,A)  
特開2005-040912(JP,A)  
特開2002-350622(JP,A)  
特開2002-189114(JP,A)  
特開平11-197902(JP,A)  
特開昭57-161843(JP,A)  
特開平11-010401(JP,A)  
特開平08-001403(JP,A)  
特開昭55-048561(JP,A)  
特開平11-188502(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 5 / 18  
B 23 B 5 / 00