

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5864920号
(P5864920)

(45) 発行日 平成28年2月17日(2016.2.17)

(24) 登録日 平成28年1月8日(2016.1.8)

(51) Int.CI.

G02B 5/18 (2006.01)

F 1

G 02 B 5/18

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-151277 (P2011-151277)
 (22) 出願日 平成23年7月7日 (2011.7.7)
 (65) 公開番号 特開2012-145908 (P2012-145908A)
 (43) 公開日 平成24年8月2日 (2012.8.2)
 審査請求日 平成26年6月25日 (2014.6.25)
 (31) 優先権主張番号 特願2010-282546 (P2010-282546)
 (32) 優先日 平成22年12月20日 (2010.12.20)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 優也
 (72) 発明者 助川 隆
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 (72) 発明者 杉山 成
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回折格子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

C d T e または C d Z n T e の結晶材料のブレーズ型回折格子の製造方法であって、
 機械加工によって被加工物に複数の格子溝を形成して前記ブレーズ型回折格子を形成するステップを有し、

前記ステップにおいて、前記機械加工によって加工されて格子を構成する2面が前記結晶材料の(110)面となるように前記格子溝を形成することを特徴とするブレーズ型回折格子の製造方法。

【請求項 2】

前記格子を構成する2面は、前記格子の三角形の断面形状の短辺を有する面と、前記格子の三角形の断面形状の長辺を有する面であることを特徴とする請求項1に記載のブレーズ型回折格子の製造方法。

【請求項 3】

前記ブレーズ型回折格子はイマージョン型回折格子であることを特徴とする請求項1又は2に記載のブレーズ型回折格子の製造方法。

【請求項 4】

前記被加工物は、上面および側面が前記結晶材料の(110)面である直方体形状であることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載のブレーズ型回折格子の製造方法。

【請求項 5】

10

前記機械加工を行う加工機に前記被加工物を搭載するステップを有し、
搭載された前記被加工物を機械加工することによって前記格子溝を形成することを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載のプレーズ型回折格子の製造方法。

【請求項6】

上面および側面が前記結晶材料の(110)面である直方体形状の前記被加工物を取得するステップを有することを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載のプレーズ型回折格子の製造方法。

【請求項7】

CdTeまたはCdZnTeの結晶材料で形成されるプレーズ型回折格子であって、
格子を構成する2面は前記結晶材料の(110)面であることを特徴とするプレーズ型回折格子。
10

【請求項8】

前記格子を構成する2面は、前記格子の三角形の断面形状の短辺を有する面と、前記格子の三角形の断面形状の長辺を有する面であることを特徴とする請求項7に記載のプレーズ型回折格子。

【請求項9】

前記プレーズ型回折格子はイマージョン型回折格子であることを特徴とする請求項7又は8に記載のプレーズ型回折格子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、回折格子の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

結晶材料からなるエシェル型回折格子は高次の回折光を使用するように設計された回折格子であり、良好な光学特性を得るために格子溝を形成する機械加工を延性モードで行う必要である。なお、延性モードと脆性モードとの境界には臨界切り取り厚さが存在する。例えば、特許文献1は、SiやGe結晶において加工面を(111)面、切削方向を(111)面内とし、単結晶ダイヤモンドバイトを使用して超精密切削加工で格子溝を形成することを提案している。
30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-075622号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、CdTeまたはCdZnTeの結晶材料からなるエシェル型回折格子の格子溝を形成する機械加工は従来提案されておらず、結晶方位(結晶の面方位)や臨界切り取り厚さをパラメータとしても安定した延性モードは得られなかった。エシェル型回折格子はそれが透過型(イマージョン型)として使用される場合、長辺と短辺の両方の影響を受けることが容易に想像される。しかし、光の入射方向は格子の断面形状の短辺に垂直になるように入射する使い方が一般的であり、反射型と同様に短辺の品質が非常に重要な。
40

【0005】

そこで、本発明は、CdTeまたはCdZnTeの結晶材料からなるプレーズ型回折格子の格子溝を精度良く機械加工する回折格子の製造方法を提供することを例示的な目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

50

本発明の一側面としての C d T e または C d Z n T e の結晶材料のプレーズ型回折格子の製造方法は、機械加工によって被加工物に複数の格子溝を形成して前記プレーズ型回折格子を形成するステップを有し、前記ステップにおいて、前記機械加工によって加工されて格子を構成する 2 面が前記結晶材料の (110) 面となるように前記格子溝を形成することを特徴とする。

また、本発明の他の側面としての C d T e または C d Z n T e の結晶材料で形成されるプレーズ型回折格子は、格子を構成する 2 面が前記結晶材料の (110) 面であることを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0007】

本発明によれば、C d T e または C d Z n T e の結晶材料からなるプレーズ型回折格子の格子溝を精度良く機械加工する回折格子の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施形態のプレーズ型回折格子の概略断面図である。

【図2】本実施形態の加工機の概略斜視図である。

【図3】図1に示すプレーズ型回折格子を製造する製造方法を説明するための概略断面図である。

【図4】図1に示すプレーズ型回折格子を製造する製造方法を説明するためのフローチャートである。

20

【図5】図4の各ステップにおける被加工物の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1は、入射光を回折させるエシェル型回折格子（プレーズ型回折格子）10の概略断面図である。プレーズ型回折格子は、格子溝が鋸歯（プレーズ型）である回折格子であり、特定の次数と波長に対して高い回折効率を有する。本実施形態のエシェル型回折格子10は、図1に示すように、イマージョン型回折格子（透過型回折格子）であるが、エシェル型回折格子10は反射型回折格子として構成されてもよい。

【0010】

30

エシェル型回折格子10の各格子は、プレーズ方向BDとこれに垂直な格子法線（Grating Normal）GNを含む断面において、短辺11と長辺12で構成される非対称の三角形形状を有している。図1の紙面に垂直な方向に短辺11と長辺12はそれぞれ延びている。

【0011】

短辺11と長辺12がなす角度は頂角13と呼ばれ、本実施形態では = 90°である。頂角13は後述するバイトの先端部の開き角1とほぼ等しい。本実施形態のエシェル型回折格子10においては、各格子を構成する面のうち、短辺11を有する面16が入射光を最も多く受光するプレーズ面として機能し、長辺12を有する面15がプレーズ面に隣接するカウンタ面として機能する。しかし、反射型のエシェル型回折格子においては面15がプレーズ面となり、面16がカウンタ面となる場合もある。また、プレーズ方向BDとこれに垂直な格子法線（Grating Normal）GNを含む断面において各格子が三角形形状の断面を有しない場合にも本発明は適用可能である。

40

【0012】

エシェル型回折格子10は、図1に示すように、入射光をできるだけ多く分割するために短辺側に光の入射方向Lが正対するような配置で使用され易く、回折効率は短辺11の面精度（表面粗さ）に依存する。そこで、短辺11を含む面16を高精度に加工することが求められる。

【0013】

図2は、本実施形態の加工機20の概略斜視図であり、直交する3軸方向にXYZを設

50

定している。加工機 20 は、CdTe 結晶材料（単結晶 CdTe）または CdZnTe 結晶材料（単結晶 CdZnTe）からなる被加工物（ワーク）W に複数の格子溝 17 を形成してエシェル型回折格子 10 を製造する製造装置である。

【0014】

加工機 20 は、数十 nm オーダーで切込みの数値制御（NC 制御）が可能な超精密切削加工機である。加工機 20 は、先端が鋭利で高精度な加工転写性が得られるダイヤモンドバイト 22 を工具として利用し、切削刃を移動させて表面を切削するシェーパー（鉋削り）方式によって格子溝 17 を形成する。

【0015】

加工機 20 は、外部振動に強い高剛性の筐体 21 内に、X 方向に移動可能な X ステージ 25 と Y 方向に移動可能な Y ステージ 26 からなる X-Y ステージに被加工物 W を搭載している。ダイヤモンドバイト 22 は、Z 方向に移動可能な Z ステージ 27 に搭載されている。なお、本実施例では、ダイヤモンドバイト 22 は回転しないが、ダイヤモンドバイト 22 が回転する加工機を使用してもよい。

【0016】

図 3 は、ダイヤモンドバイト 22 の概略断面図であり、M はダイヤモンドバイト 22 が被加工物 W に相対的に移動されるバイト送り方向 T と平行なプレーズ方向に平行なバイト送り平面を示している。

【0017】

ダイヤモンドバイト 22 は、図 3 に示すように、格子溝 17 として機能する多角形溝断面形状を転写する少なくとも 2 つの稜線切れ刃 23、24 を有する。稜線切れ刃 23、24 の先端がなす角度 θ1 は格子溝 17 の開き角 θ とほぼ等しく、本実施形態では 90° である。稜線切れ刃 23、24 の先端部の丸みは極力少なく、稜線の直線精度は先端部で非常に高いため、エシェル型回折格子 10 の格子溝の壁面精度を高精度に維持することができる。

【0018】

ダイヤモンドバイト 22 と被加工物 W が対抗する位置で Z 方向への切込み量が、例えば、0.2 μm となるようにダイヤモンドバイト 22 を被加工物側に下ろした状態で X または Y 方向に直線または曲線状的に X-Y ステージを移動する。ダイヤモンドバイト 22 と被加工物 W との相対移動により切削速度を得て稜線切れ刃 23、24 で被加工物 W を切削加工する。

【0019】

もちろん、機械加工において移動対象はバイト側でも被加工物側でもよい。また、バイトへの過負荷を避けるために Z 方向への必要な切込み量を分割して分割された切り込み量だけを形成する工程を複数回繰り返してもよい。加工の際にはオイルミストをバイトすくい面の裏側から噴射させ加工熱を除去しながら切り屑を潤滑に流す。

【0020】

以下、加工機 20 を使用した回折格子の製造方法について説明する。図 4 は、加工機 20 を使用した回折格子の製造方法（機械加工）を説明するためのフローチャートであり、S は「ステップ」の略である。また、図 5 は、図 4 の各ステップにおける被加工物 W の概略断面図である。

【0021】

まず、図 5 (a) に示すように、CdTe または CdZnTe の結晶材料からなる被加工物（ワーク）W を円筒形状、立方体形状、または直方体形状などの適当な形状で取得する。例えば、立方体形状の被加工物 W を結晶成長装置などをを利用して取得する（S110）。本実施形態では、上面（上側端面）と左側端面の両方が結晶方位（110）面となる直方体形状の被加工物 W を取得する。

【0022】

次に、S110 の被加工物 W を、図 5 (b) の点線 D で示すように、切削する（S120）。本実施形態では、この点線 D の上面に対する傾斜角度は例示的に 20° とする。本

10

20

30

40

50

実施形態は、S 1 2 0 で使用する切削加工機は加工機 2 0 ではなく、より精度の低い加工機を使用する。

【 0 0 2 3 】

次に、図 5 (c) に示すように、S 1 2 0 の被加工物 W の切削面 C を研磨装置 P によって研磨する (S 1 3 0)。この場合、被加工物 W は S 1 4 0 で使用する治具 3 0 を使用して研磨装置に設置してもよい。

【 0 0 2 4 】

次に、図 5 (d) に示すように、研磨された被加工物 W を治具 3 0 を介して加工機 2 0 の上述した X Y ステージに設置する (S 1 4 0)。治具 3 0 は傾斜角度が 20° であるので、被加工面が Y ステージ 2 6 の表面と平行になる。

10

【 0 0 2 5 】

加工機 2 0 のバイト送り平面 M に対し、20 度に傾斜するように被加工物 W を治具 3 0 に載せて傾けて加工機 2 0 に搭載し、バイト 2 2 が溝を加工するバイト送り平面 M の結晶方位が ($\text{Tan}_A, 1, 0$) になるように配置する ($A = 20^\circ$)。このように、本実施形態は、工具であるダイヤモンドバイト 2 2 を回折格子溝面の分散直交方向（溝方向）と並進させてその形状を転写させるシェーパー方式を用いている。

【 0 0 2 6 】

次に、被加工物 W の切削面 C に格子溝を形成する機械加工を行い (S 1 5 0)、図 3 に示す状態を得る。S 1 5 0 は被加工面である切削面 C に複数の格子溝を形成するステップである。本実施例では、CdTe または CdZnTe の結晶を用いてエシェル型回折格子を製作する際に、短辺 1 1 を含む面が (110) 面になるように結晶方位を選択し、臨界切り取り厚さ以下で加工している。これにより、短辺 1 1 を含む面が (110) 面以外の面の場合と比較して、脆性破壊を最小限に留めた非常に良好な加工により高品位な回折素子を得ることができた。頂角 1 3 が 90 度の場合には短辺 1 1 を含む面と長辺 1 2 を含む面の両面を (110) 面で構成することができた。

20

【 0 0 2 7 】

図 3 では、一例として、20 度の傾斜面を有する短辺 1 1 と長辺 1 2 が 90 度のエシェル型回折格子 1 0 の短辺 1 1 を有する面 1 6 と長辺 1 2 を有する面 1 5 が (110) 面になるように加工している。仕上げ時の切り込み厚さを 0.2 μm 以下にすることにより表面粗さ 10 nm 以下の良好な光学面が得られた。

30

【 0 0 2 8 】

一方、このように結晶方位を選択せずに、例えば、短辺 1 1 を有する面 1 6 を (111) 面とした場合、仕上げ時の切り込み厚さを 0.2 μm 以下としても表面粗さが 100 nm を上回り、面精度が低下した。なお、従来は、S 1 3 0 の切削面の結晶方位を (111) 面などに設定していた。

【 0 0 2 9 】

なお、不純物により完全な結晶を得ることは難しいが、本実施形態の結晶方位は結晶支配性を意味しており、評価結晶方位すべてが完全に方位が揃った状態に限定されるものではない。

【 0 0 3 0 】

40

エシェル型回折格子 1 0 を反射型回折格子として使用する場合、光の入射方向は図 1 のブレーズ方向に垂直な格子法線から所定角度傾いた方向から格子に入射するために、短辺 1 1 と長辺 1 2 の影響を受ける。このため、この場合には、短辺 1 1 と長辺 1 2 の少なくとも一方が (110) 面になるように機械加工することが好ましい。もちろん、頂角 1 3 が 90° であれば短辺 1 1 と長辺 1 2 の両方を (110) 面に設定することができる。また、本実施形態では、機械加工にダイヤモンドバイト 2 2 を使用しているが砥石を使用した切削加工であっても (110) 面の加工は他の結晶方位面の加工よりも表面粗さを低く抑えることができる。

【 0 0 3 1 】

以上、本実施形態について説明したが、本発明は本実施形態に限定されず、その要旨の

50

範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0032】

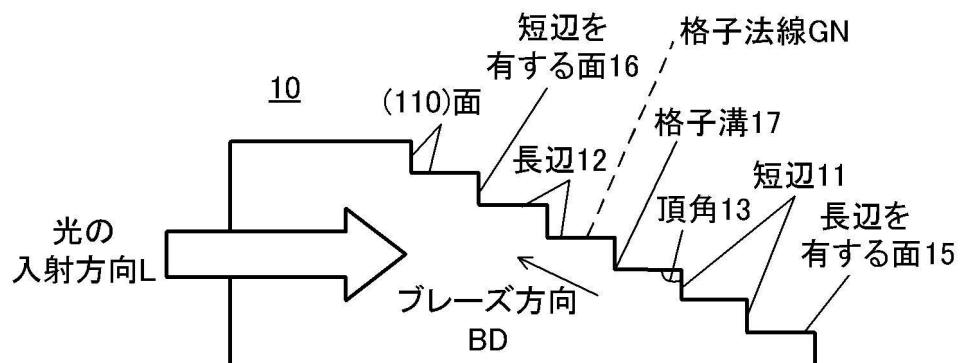
回折格子の製造方法は回折格子を製造する用途に適用することができる。

【符号の説明】

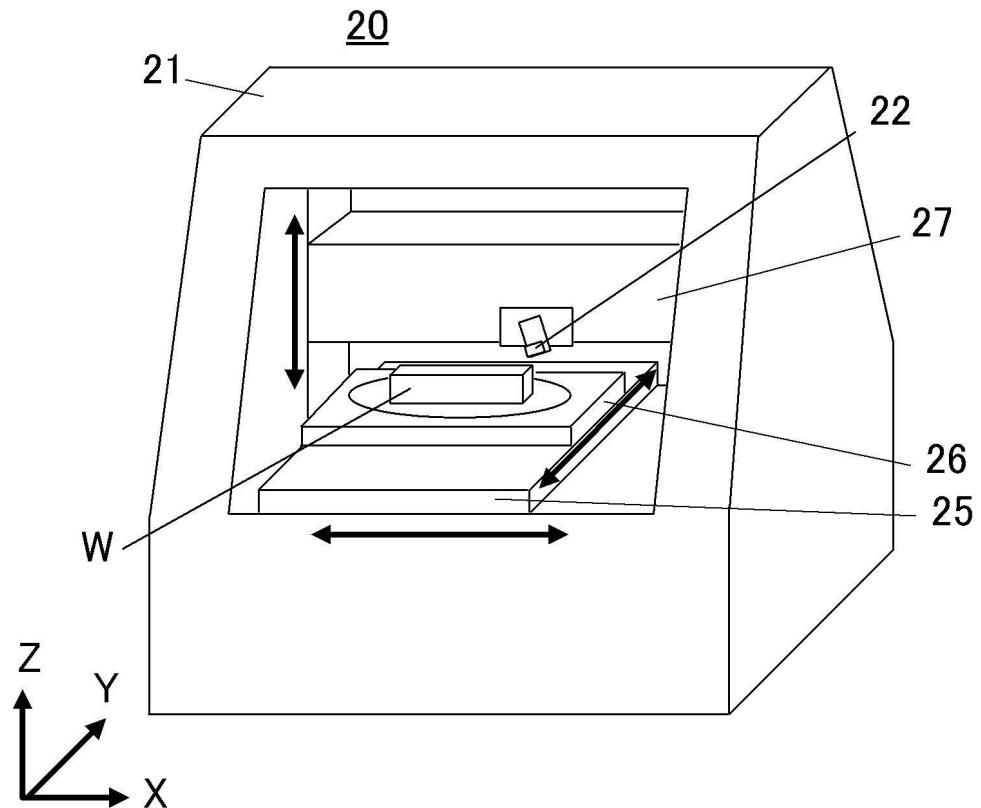
【0033】

W	被加工物	
1 0	エシェル型回折格子（ブレーズ型回折格子）	
1 1	短辺	
2 2	ダイヤモンドバイト	10
1 6	短辺を有する面	
1 7	格子溝	

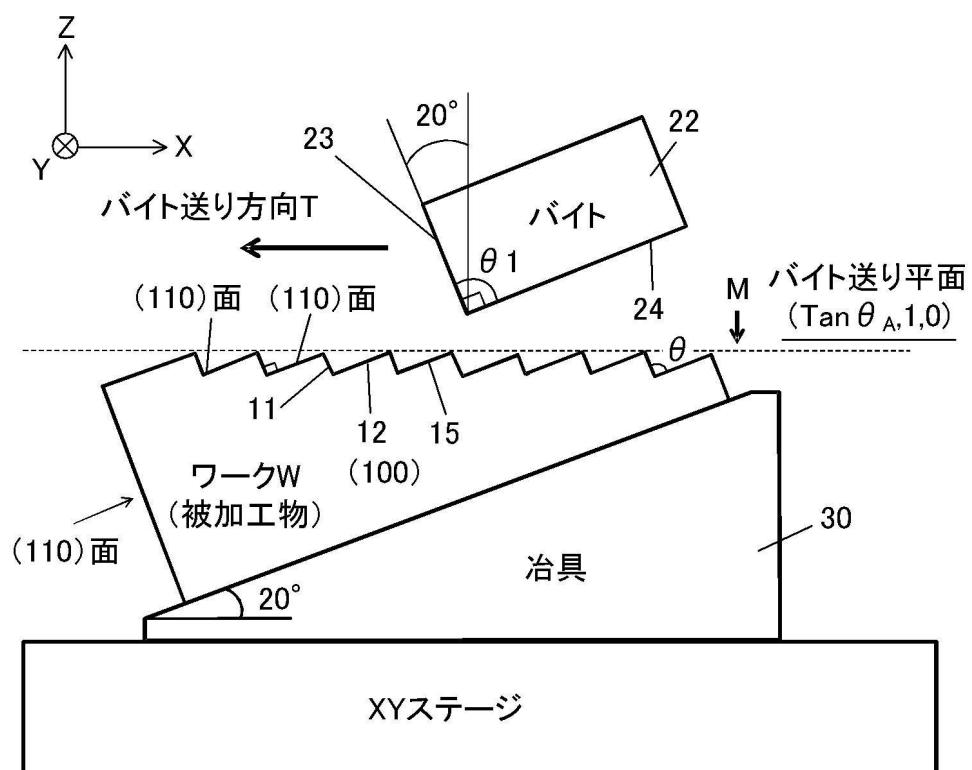
【図1】



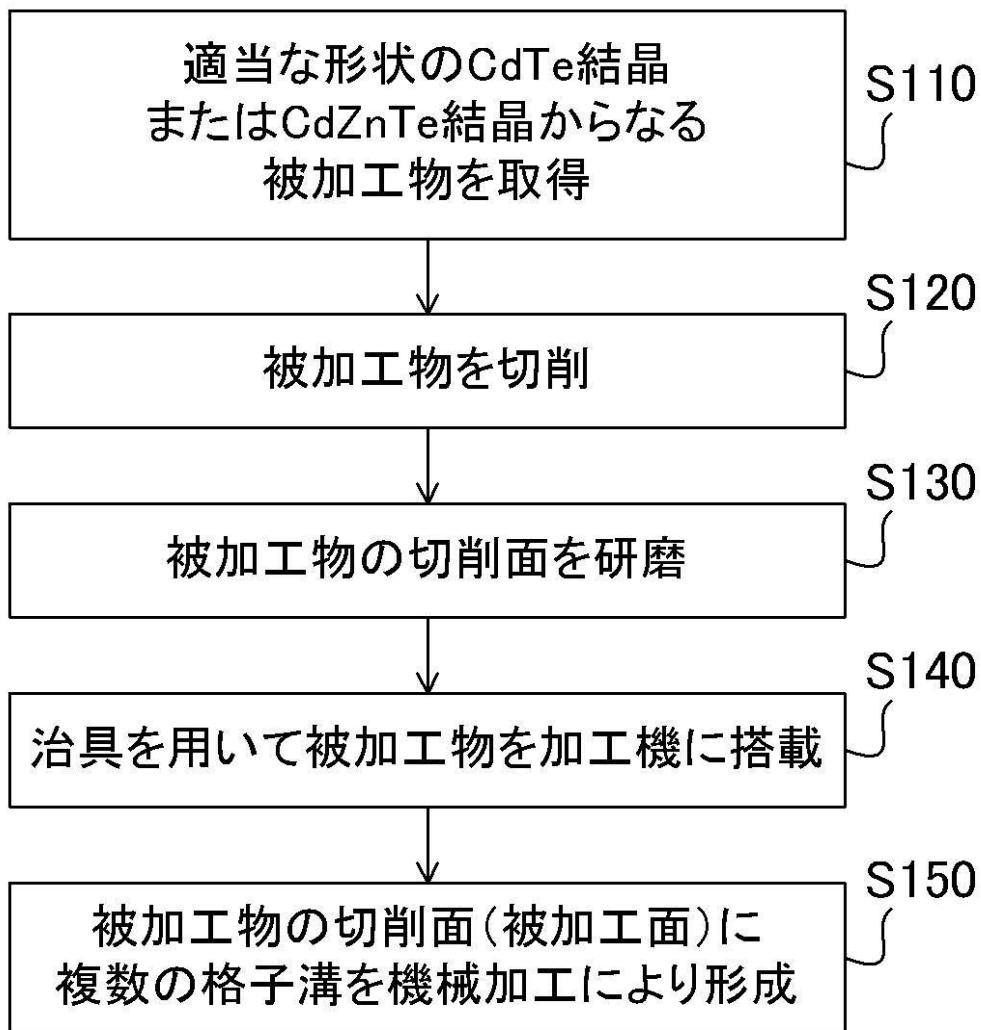
【図2】



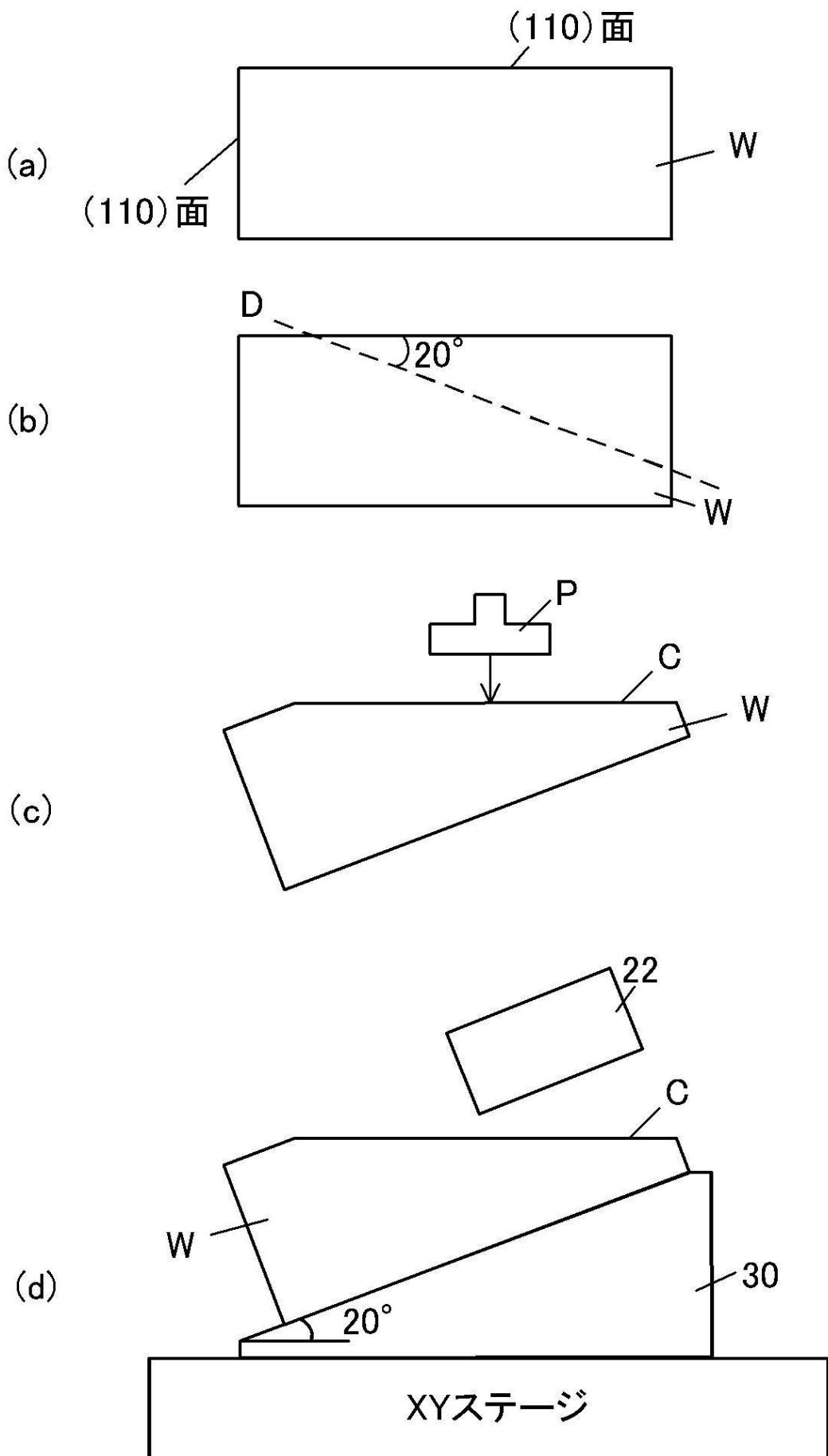
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 藤岡 善行

(56)参考文献 米国特許第04475792(US,A)
特開2003-075622(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 5/18