

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年6月24日(24.06.2021)



(10) 国際公開番号

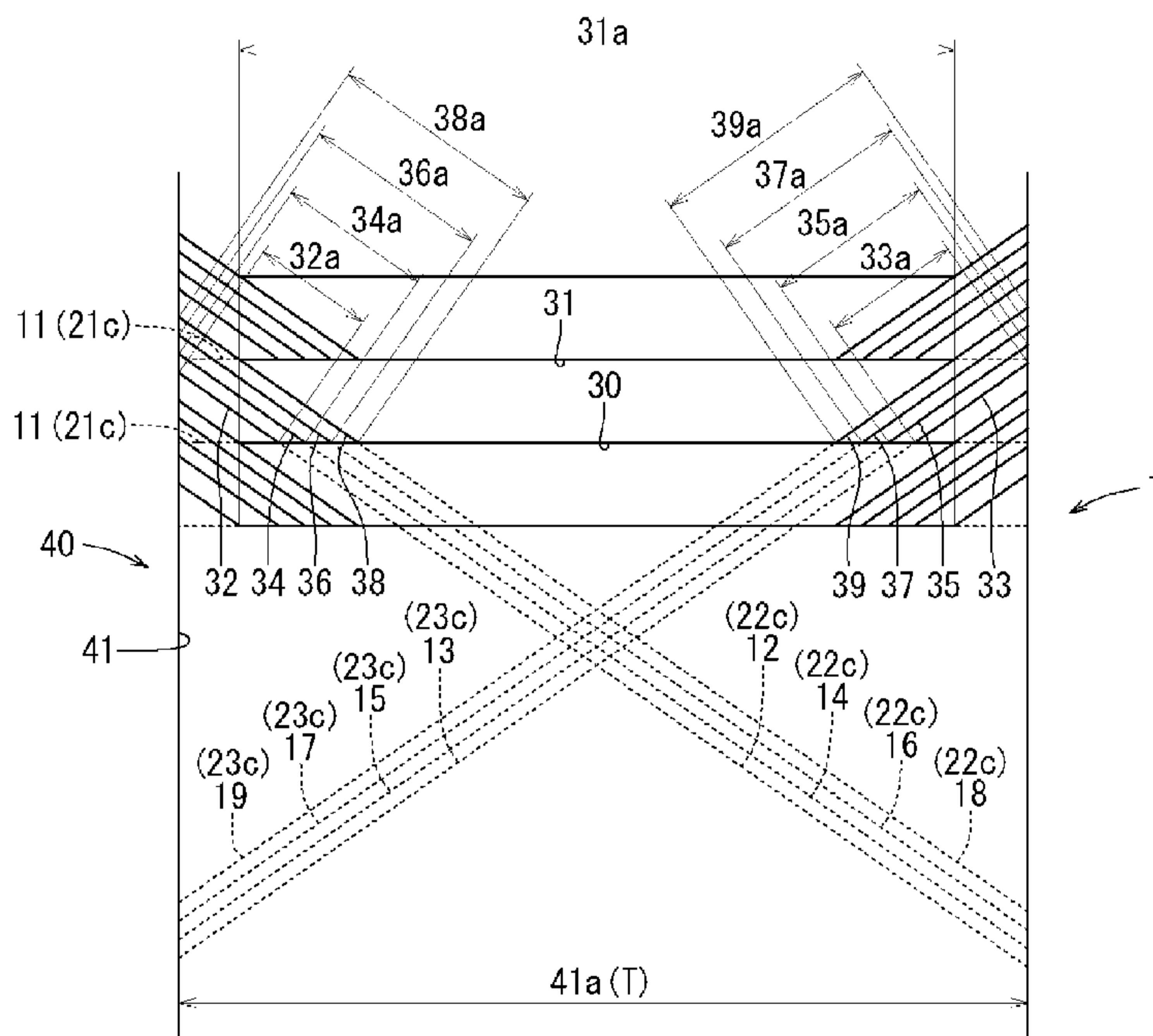
WO 2021/124927 A1

- (51) 国際特許分類:  
B23D 61/04 (2006.01) B27B 33/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/045213
- (22) 国際出願日: 2020年12月4日(04.12.2020)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2019-228921 2019年12月19日(19.12.2019) JP
- (71) 出願人: 兼房株式会社(KANEFUSA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4800192 愛知県丹羽郡大口町中小口1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 渡部 友朗 (WATANABE Tomoaki); 〒4800192 愛知県丹羽郡大口町中小口1丁目1番地 兼房株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人岡田国際特許事務所 (OKADA PATENT & TRADEMARK OFFICE, P. C.); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目10番19号 名古屋商工会議所ビル Aichi (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: TIP SAW

(54) 発明の名称: チップソー

[図5]



(57) Abstract: This tip saw has a circular disc-shaped base metal, and a plurality of first through ninth tips (11)-(19) that are bonded to the outer circumference of the base metal and are configured from a plurality of flat edges, a plurality of left-tilted edges, and a plurality of right-tilted edges. The flat edges comprise cutting edges (21c) that are horizontal with regard to the thickness direction of the base metal. The left-tilted edges and the right-tilted edges comprise cutting edges (22c, 23c) that are tilted with regard to the thickness direction of the base metal. When cutting a work material (40),

WO 2021/124927 A1

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
 MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
 NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
 QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
 ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
 US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

the lengths where the cutting edges (21c)-(23c) contact the work material (40) are cutting edge line lengths (31a)-(39a). Presuming that the feed rate per edge is 0 mm/edge, that the flat edges cut the work material (40) first, and that the tilted edges cut the work material (40) immediately after the flat edges do, the following relationship is satisfied: sum of the cutting edge line lengths (32a)-(39a) of the plurality of tilted edges  $\leq$  (cutting edge line length 31a per flat edge - edge width T + 1.5)  $\times$  number of flat edges (21)  $\times$  1.2.

(57) 要約: チップソーは、円盤状の台金と、台金の外周に接合され複数の平刃と複数の左傾斜刃と複数の右傾斜刃で構成される複数の第1～第9チップ(11)～(19)を有する。平刃は、台金の厚み方向と水平である切れ刃(21c)を備える。左傾斜刃と右傾斜刃は、台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃(22c, 23c)を備える。被削材(40)を切削する際に切れ刃(21c)～(23c)が被削材(40)に当たる長さが切れ刃線長さ(31a)～(39a)である。1刃当たりの送り量を0mm/刃とみなし、平刃が最初に被削材(40)を切削し、各傾斜刃が平刃の切削の直後に被削材(40)を切削したと仮定した際、複数の傾斜刃の切れ刃線長さ(32a)～(39a)の総和 $\leq$ (1個当たりの平刃の切れ刃線長さ31a-刃厚T+1.5) $\times$ 複数の平刃(21)の刃数 $\times$ 1.2の関係を満たす。

## 明 細 書

発明の名称：チップソー

### 技術分野

[0001] 本開示の一つの形態は、円盤状の台金の外周に複数のチップが接合されたチップソーに関する。チップソーは、例えば木材及び木質材料、それらの複合材、鉄鋼材料、アルミニウム等の非鉄金属材料の被削材を切断する。

### 背景技術

[0002] チップソーのチップは、略直方体であって台金に接合される。チップは、回転方向前方にすくい面を有し、すくい面の端縁に切れ刃を有する。チップソーを台金の円盤状の中心を通る軸回りに回転させることで、チップの切れ刃が被削材を切削する。複数のチップが被削材を繰り返し切削して被削材に溝を形成する。これによりチップソーで被削材を切断できる。複数のチップの協働によって被削材を切削幅方向に分割して切削する分割切削型チップソーが知られている。分割切削型チップソーは、例えば特許第3212951号公報、特開平8-187702号公報、特開平9-290323号公報、特許第3370166号公報、特許第6163706号公報、実開昭63-169215号公報に開示されるように先端形状が互いに異なる複数種類のチップを有する。複数種類のチップは、台金の周方向に並んでチップ群を形成する。台金の周縁に沿って複数のチップ群が並ぶ。

[0003] 各チップは、先端形状ごとに溝の切削幅方向に異なる箇所を切削する。例えば異なる先端形状を有する3種類のチップが、溝を切削幅方向に3分割した各領域を分担して切削する。これにより切削幅方向に分割された切り粉が生じる。小さく分割された切り粉を溝内から好適に排出できる。そのためチップと被削材の間に切り粉が入り込むことが抑制され、切削効率を高めることができる。しかも分割切削型チップソーの各チップは、切削幅方向に分割された所定の領域と接触するため溝との接触面積が小さい。これによりチップと被削材の間の摩擦力が小さくなる。かくして切削抵抗が低減され、切削動

力を小さくできる。加えて分割切削型チップソーで切削した被削材の切断面は、切り粉が好適に排出されかつ切削抵抗が低減されることで円滑になる。

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0004] チップソーは、切削抵抗が小さく切削時に必要な動力の小さいことが好ましい。例えばチップソーは、充電式チップソーカッタ（電動丸のこ）に用いられる。この場合、充電式バッテリーの消費を少なくでき、次回の充電までの稼働時間が長くなる。またチップソーは、定置式チップソーカッタ（チップソー切断機）に用いられることもある。この場合、被削材を切断する時間を短くすることができる。そのため切削抵抗が小さく必要な切削動力の小さいチップソーが従来必要とされている。

### 課題を解決するための手段

[0005] 本開示の1つの特徴によればチップソーは、円盤状の台金と、台金の外周に接合される複数のチップを有する。複数のチップは、複数の平刃と複数の傾斜刃を有する。平刃は、台金の厚み方向と水平である切れ刃を備える。傾斜刃は、台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃を備える。被削材を切削する際に切れ刃が被削材に当たる長さが切れ刃線長さである。1刃当たりの送り量を0 mm/刃とみなし、平刃が最初に被削材を切削し、傾斜刃のそれぞれが平刃の切削の直後に被削材を切削したと仮定して切れ刃線長さを求める。切れ刃線長さが下記関係、

$$\text{複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和} \leq (\text{平刃1個当たりの切れ刃線長さ} - \text{チップソーの刃厚} + 1.5) \times \text{複数の平刃の刃数} \times 1.2$$

を満たす。

[0006] 傾斜刃は、切断面になる溝の側面を円滑にする役割がある。そのためチップソーは、傾斜刃を有していることが好ましい。一方、平刃の切れ刃線長さが傾斜刃の切れ刃線長さに比べて切削動力に大きく影響することが発明者の誠意研究によりわかった。本特徴は、平刃の切れ刃線長さを減らすのではなく、平刃の切れ刃線長さを長くしかつ傾斜刃の切れ刃線長さを平刃の切れ刃

線長さの影響以上に短くすることにより、切削動力を従来よりも小さくすることである。

[0007] 本開示の他の特徴によればチップソーは、円盤状の台金と、台金の外周に接合される複数のチップを有する。複数のチップは、複数の平刃と複数の傾斜刃を有する。平刃は、台金の厚み方向と水平である切れ刃を備える。傾斜刃は、台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃を備える。被削材を切削する際に切れ刃が被削材に当たる長さが切れ刃線長さである。複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和が複数の平刃の切れ刃線長さの総和の2倍以下である。したがって複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和が従来に比べ小さい。そして複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和が複数の平刃の切れ刃線長さの総和の2倍以下である。これにより切削動力を従来に比べ小さくすることができる。

[0008] 本開示の他の特徴によればチップソーは、円盤状の台金と、台金の外周に接合される複数のチップを有する。複数のチップは、複数の平刃と複数の傾斜刃を有する。平刃は、台金の厚み方向と水平である切れ刃を備える。傾斜刃は、台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃を備える。被削材を切削する際に切れ刃が被削材に当たる長さが切れ刃線長さである。1刃当たりの送り量を0mm/刃とみなし、平刃が最初に被削材を切削し、傾斜刃のそれぞれが平刃の切削の直後に被削材を切削したと仮定して切れ刃線長さを求める。切れ刃線長さが下記関係、

$$A = \{ (\text{複数の平刃の切れ刃線長さの総和} \times 2) + \text{複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和} \} / (\text{複数の平刃と複数の傾斜刃の総刃数})$$
$$A < (\text{チップソーの刃厚}) \times 0.2 + 0.2$$

を満たす。

[0009] 発明者の誠意研究により、切れ刃線関連長さAと切削動力に相関性があることがわかった。すなわち切れ刃線関連長さAから切削動力を推定できることがわかった。切れ刃線関連長さAが上記関係を満たすように複数の平刃と複数の傾斜刃を設ける。これにより切れ刃線関連長さAが小さくなる。そのため切削動力を小さくすることができる。

[0010] 本開示の他の特徴によればチップソーは、台金の周方向に並んだ1個の平刃と6個以上の傾斜刃からなるチップ群を複数有する。平刃と傾斜刃の台金の径方向の高低差が0.15mm以下である。傾斜刃の傾斜角が30°以上90°未満である。

[0011] したがって複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和を複数の平刃の切れ刃線長さの総和の2倍以下にしかつ1個の平刃に対して6個以上の傾斜刃を有するチップ群を形成する。これにより傾斜刃1個当たりの切れ刃線長さが小さい。しかも平刃に対する傾斜刃の台金の径方向の高低差が0.15mm以下で小さい。かつ傾斜刃の傾斜角が30°以上90°未満で大きい。これにより傾斜刃の切れ刃線は、切削幅の左右端により近い位置で平刃の切れ刃線と交差する。そのため傾斜刃の切れ刃線長さがより小さく、これにより切削動力が小さい。さらに傾斜刃1個当たりの切れ刃線長さが小さくなることで、各傾斜刃が溝の左右端部を切削して生じる切粉が小さくなる。これにより溝の左右端部から切粉を排出し易くなり、被削材の切断面がさらに円滑になる。

[0012] 本開示の他の特徴によればチップソーは、複数の左傾斜刃と複数の右傾斜刃を有する。左傾斜刃と右傾斜刃が交互に配置される。左傾斜刃は、切れ刃の周方向（回転方向）前方から見て左端が台金の径方向外方に突出している。右傾斜刃は、右端が台金の径方向外方に突出している。したがって溝を左右交互にバランス良く切削できる。しかも溝の左右で交互に切粉が生じる。換言すると溝の左右それぞれで所定の時間間隔を開けて切粉が生じる。これにより溝の左右両側から切粉をスムーズに排出できる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本実施形態に係るチップソーの正面図である。

[図2]図1のII部分の拡大正面図である。

[図3]チップソーの1つのチップ群中の各チップを台金の周方向から見た図である。

[図4]チップソーの平刃及び傾斜刃を台金の周方向から見た拡大図である。

[図5]各チップの切れ刃線と被削材を周方向から見た送材を加味した図である

。

[図6]切れ刃線関連長さ と 切削動力の 関係を示すグラフである。

[図7]チップ群の組刃数 と 切削動力の 関係を示すグラフである。

[図8]傾斜刃の傾斜角 と 切削動力の 関係を示すグラフである。

[図9]1 刃当たりの切れ刃線長さ及び切れ刃線関連長さ と 切削動力の 関係を示すグラフである。

[図10]1 刃当たりの送り量を変えた際の切れ刃線関連長さ と 切削動力の 関係を示すグラフである。

[図11]刃厚を変えた際の切れ刃線関連長さ と 切削動力の 関係を示すグラフである。

[図12]刃厚と平刃の切れ刃線長さの総和に対する傾斜刃の切れ刃線長さの総和の倍率の 関係を示すグラフである。

[図13]従来の分割切削型チップソーにおける切れ刃線と被削材を周方向から見た送材を加味した図である。

[図14]傾斜刃の変形例を台金の周方向から見た図である。

[図15]各チップの切れ刃線と被削材を周方向から見た図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 本開示の実施形態を図1～12, 15に基づいて説明する。図1に示すようにチップソー1は、円盤状の台金2と、台金2の外周に接合される複数の第1～第9チップ11～19を有する。チップソー1は、例えば充電バッテリー式の電動丸のこ、定置式のチップソー切断機等の切削工具に回転可能に装着される。チップソー1は、台金2を回転させて各チップ11～19で被削材に溝を形成し、最終的に被削材を切断する。被削材は、例えば木材及び木質材料、樹脂系材料、複合材料、あるいは炭素鋼、一般構造圧延鋼、クロムモリブデン鋼、ステンレス鋼、鋳鉄等の鉄鋼材料である。あるいは被削材は、例えばアルミ及びアルミ合金、銅及び銅合金等の非鉄金属である。

[0015] 図1に示すように台金2の中心部には台金2の板厚方向に貫通する略円形の取付孔3が設けられる。取付孔3に切削工具の回転軸が挿入されて、チッ

プソー 1 が切削工具に装着される。切削工具の回転軸が回転することで、台金 2 の取付孔 3 の中心を中心としてチップソー 1 が図 1 において時計回りに回転する。台金 2 の周縁には、台金 2 の径方向外方に突出する複数の突出部 4 が所定の間隔を有して設けられる。隣接する突出部 4 同士の間には周方向に窪む歯室 5 が形成される。各歯室 5 は、それぞれ略同じ形状に形成される。突出部 4 は、チップソー 1 の回転方向前方の端部に矩形状に切欠かれたチップシート 6 を有する。チップシート 6 に第 1 ～第 9 チップ 11 ～19 のいずれか 1 つが接合される。第 1 ～第 9 チップ 11 ～19 は、台金 2 の周方向に等間隔で配置される。台金 2 の円盤面には、蛇行状の制振スリット 7 が複数設けられる。

[0016] 図 2 に示すように第 1 ～第 9 チップ 11 ～19 は、台金 2 の外周に沿って並んで 1 つのチップ群 10 を構成する。チップソー 1 の回転方向前方から順に、第 1 チップ 11、第 2 チップ 12、第 3 チップ 13、第 4 端チップ 14、第 5 チップ 15、第 6 チップ 16、第 7 チップ 17、第 8 チップ 18、第 9 チップ 19 が配置される。各チップ 11 ～19 は、すくい面を台金 2 の周方向に概ね向けた姿勢で台金 2 に接合される。各チップ 11 ～19 は、例えば超硬合金、サーメット、多結晶ダイヤモンド等で形成される。あるいは各チップ 11 ～19 は、例えば超硬合金やサーメットにコーティング等の表面処理が施されて形成される。

[0017] 図 3 に示すように第 1 チップ 11 は、平刃 21 である。第 2, 4, 6, 8 チップ 12, 14, 16, 18 は、左傾斜刃 22 である。第 3, 5, 7, 9 チップ 13, 15, 17, 19 は、右傾斜刃 23 である。すなわちチップ群 10 は、周方向の先頭に位置する平刃 21 と、平刃 21 より周方向後方で台金 2 の周方向に交互に並ぶ左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 で構成される。

[0018] 図 2 に示すように平刃 21 は、チップソー 1 の回転方向前方にすくい面 21a を有する。すくい面 21a は、台金 2 の径方向に対するすくい角が略 15° である。平刃 21 は、台金 2 の径方向外方に逃げ面 21b を有する。すくい面 21a と逃げ面 21b の交差する部分に切れ刃 21c が形成される。

図3に示すように切れ刃21cは、台金2の厚み方向と水平に延出する。

[0019] 図4に示すように平刃21は、左端21dと右端21eを有する。左端21dは、切れ刃21cが上方に位置する姿勢で切れ刃21cの周方向前方から見て左方の先端に位置する。右端21eは、右方の先端に位置する。平刃21の刃厚21fは、左端21dと右端21eの距離に相当する。左傾斜刃22の左端22dと右傾斜刃23の右端23eの台金2の厚み方向の距離（刃厚T）は、例えば台金2（図1参照）の外径が100～255mmの場合に1～2mmであり、好ましくは1.3～1.5mmである。あるいは刃厚Tは、例えば台金2の外径が800mmの場合に5mmである。

[0020] 図4に示すように平刃21は、左端21dから台金2（図1参照）の径方向内方へ延出する左側面21hと、右端21eから台金2の径方向内方へ延出する右側面21iを有する。左側面21hと右側面21iは、台金2の径方向に対して0°から2°以下の角度、例えば30′の内側寄りの傾斜角（側面向心角）をそれぞれ有する。このわずかな傾斜により、被削材と左側面21hまたは右側面21iとの間の接触面積が減って切削抵抗が低減する。しかも左側面21hと右側面21iが被削材の切断面に対して突出し過ぎない傾斜であるため、切断面の仕上がりを円滑にできる。

[0021] 図2, 4に示すように左傾斜刃22は、平刃21と同様にすくい面22aと逃げ面22bを有する。すくい面22aと逃げ面22bの交差する部分に切れ刃22cが形成される。左傾斜刃22は、左端22dと右端22eを有する。左端22dは、切れ刃22cが上方に位置する姿勢で切れ刃22cの周方向前方から見て左方の先端に位置する。右端22eは、右方の先端に位置する。左端22dは、右端22eよりも台金2の径方向外方に突出する。左端22dは、台金2に接合された状態で平刃21の切れ刃21cよりも高低差21gだけ台金2の径方向外方に位置する。高低差21gは、0.15mm以下であり、例えば0.05～0.10mmである。

[0022] 図4に示すように切れ刃22cは、台金2（図1参照）の厚み方向に対して傾斜角（研ぎ角）22gを有する。傾斜角22gは、30°以上90°未

満であり、好ましくは $30^\circ$ 以上 $65^\circ$ 以下、例えば $30^\circ$ 、 $35^\circ$ 、 $40^\circ$ 、 $45^\circ$ である。左傾斜刃22の刃厚22fは、左端22dと右端22eの台金2の厚み方向における距離である。左傾斜刃22は、左端22dから台金2の径方向内方へ延出する左側面22hと、右端22eから台金2の径方向内方へ延出する右側面22iを有する。左側面22hと右側面22iは、台金2の径方向に対して $0^\circ$ から $2^\circ$ 以下の角度、例えば $30'$ の内側寄りの傾斜角（側面向心角）をそれぞれ有する。

[0023] 図2, 4に示すように右傾斜刃23は、平刃21と同様にすくい面23aと逃げ面23bを有する。すくい面23aと逃げ面23bの交差する部分に切れ刃23cが形成される。右傾斜刃23は、左端23dと右端23eを有する。左端23dは、切れ刃23cが上方に位置する姿勢で切れ刃23cの周方向前方から見て左方の先端に位置する。右端23eは、右方の先端に位置する。右端23eは、左端23dよりも台金2の径方向外方に突出する。右端23eは、台金2（図1参照）に接合された状態で平刃21の切れ刃21cよりも高低差21gだけ台金2の径方向外方に位置する。高低差21gは、 $0.15\text{mm}$ 以下であり、例えば $0.05\sim 0.1\text{mm}$ である。

[0024] 図4に示すように切れ刃23cは、台金2（図1参照）の厚み方向に対して傾斜角23gを有する。傾斜角23gは、 $30^\circ$ 以上 $90^\circ$ 未満であり、好ましくは $30^\circ$ 以上 $65^\circ$ 以下、例えば $30^\circ$ 、 $35^\circ$ 、 $40^\circ$ 、 $45^\circ$ である。右傾斜刃23の刃厚23fは、台金2の厚み方向における左端23dと右端23eの距離である。右傾斜刃23は、左端23dから台金2の径方向内方へ延出する左側面23hと、右端23eから台金2の径方向内方へ延出する右側面23iを有する。左側面23hと右側面23iは、台金2の径方向に対して $0^\circ$ から $2^\circ$ 以下の角度、例えば $30'$ の内側寄りの傾斜角をそれぞれ有する。

[0025] 図5を参照して各チップ11~19で被削材40を切削して溝41を形成する一連の流れについて説明する。チップソー1が回転することで各チップ11~19の切れ刃21c~23cが順に被削材40を切削する。チップソ

ー 1 が被削材 4 0 に対して送られることで、被削材 4 0 に向けてチップソー 1 が図 5 の上方へ進行する。溝 4 1 は、刃厚 T と略同じ長さの切削幅 4 1 a で形成される。第 1 チップ 1 1 の切れ刃 2 1 c が被削材 4 0 を切削して溝 4 1 の切削幅方向と水平な切れ刃線 3 0 を形成する。

[0026] 図 5 に示すようにチップソー 1 が送られつつ第 2 ～第 9 チップ 1 2 ～1 9 の各切れ刃 2 2 c, 2 3 c が順に被削材 4 0 を切削する。第 1 チップ 1 1 よりも送られた位置において第 2 チップ 1 2 の切れ刃 2 2 c が溝 4 1 の左端部を切削して切れ刃線 3 2 を形成する。切れ刃線 3 2 は、切れ刃線 3 0 よりも図 5 の上方に形成される。切れ刃線 3 2 は、溝 4 1 の切削幅方向に対して傾斜角 2 2 g (図 4 参照) で傾斜して延出する。切れ刃線 3 2 は、切れ刃線 3 0 と交差して溝 4 1 の左端まで延出する。第 2 チップ 1 2 よりも送られた位置において第 3 チップ 1 3 の切れ刃 2 3 c が溝 4 1 の右端部を切削して切れ刃線 3 3 を形成する。切れ刃線 3 3 は、切れ刃線 3 0 よりも図 5 の上方に形成される。切れ刃線 3 3 は、溝 4 1 の切削幅方向に対して傾斜角 2 3 g (図 4 参照) で傾斜した方向に延出する。切れ刃線 3 3 は、切れ刃線 3 0 と交差して溝 4 1 の右端まで延出する。

[0027] 図 5 に示すように第 4 チップ 1 4, 第 6 チップ 1 6, 第 8 チップ 1 8 の各切れ刃 2 2 c が溝 4 1 の左端部を切削して切れ刃線 3 4, 3 6, 3 8 を形成する。切れ刃線 3 4, 3 6, 3 8 は、切れ刃線 3 2 よりも図 5 の上方に略等間隔で形成される。切れ刃線 3 4, 3 6, 3 8 は、切れ刃線 3 2 と平行に延出する。切れ刃線 3 4, 3 6, 3 8 は、切れ刃線 3 0 と交差して溝 4 1 の左端まで延出する。かくして溝 4 1 の左端部では、切れ刃線 3 0 と各切れ刃線 3 2, 3 4, 3 6, 3 8 と溝 4 1 の左端とを外周とする略台形状の被削材 4 0 の切断面となり、切粉が被削材 4 0 から切り出される。

[0028] 第 5 チップ 1 5, 第 7 チップ 1 7, 第 9 チップ 1 9 の各切れ刃 2 3 c が溝 4 1 の右端部を切削して切れ刃線 3 5, 3 7, 3 9 を形成する。切れ刃線 3 5, 3 7, 3 9 は、切れ刃線 3 3 よりも図 5 の上方に略等間隔で形成される。切れ刃線 3 5, 3 7, 3 9 は、切れ刃線 3 3 と平行に延出する。切れ刃線

35, 37, 39は、切れ刃線30と交差して溝41の右端まで延出する。かくして溝41の右端部では、切れ刃線30と各切れ刃線33, 35, 37, 39と溝41の右端とを外周とする略台形状の被削材40の切断面となり、切粉が被削材40から切り出される。

[0029] 図5に示すように次のチップ群10（図1参照）の第1チップ11の切れ刃21cが被削材40を切削して切れ刃線31を形成する。切れ刃線31は、切れ刃線30よりも図5の上方で切れ刃線30と所定の間隔を有して形成される。切れ刃線31は、溝41の切削幅方向と水平に延出し、左右両端が切れ刃線38, 39と交差する。かくして溝41の中央では、切れ刃線30, 31, 38, 39を外周とする略台形状の被削材40の切断面となり、切粉が被削材40から切り出される。切れ刃線31の切れ刃線長さ31aは、第2～第9チップ12～19の各切れ刃22c, 23cが切削する前の切れ刃線30の切れ刃線長さと同じ長さである。

[0030] 平刃21により形成される切れ刃線30, 31の切れ刃線長さ31aは、下記の式（1）によって求められる。左傾斜刃22によって形成される切れ刃線32, 34, 36, 38は、それぞれ切れ刃線長さ32a, 34a, 36a, 38aを有する。右傾斜刃23によって形成される切れ刃線33, 35, 37, 39は、それぞれ切れ刃線長さ33a, 35a, 37a, 39aを有する。チップ群10（図2参照）1組当たりの左傾斜刃22及び右傾斜刃23の切れ刃線長さ32a～39aの総和Lは、下記の式（2）によって求められる。

[0031] (式1)  $31a = T - (2 \times H - 3 \times Sz) \times \cos D / \sin D$

(式2)  $L = \{K \times (K - 1) \times Sz / 2 + (K - 1) \times H\} / \sin D$

Kは、チップ群10の組刃数である。Dは、左傾斜刃22の傾斜角22gと右傾斜刃23の傾斜角23gである。Tは、チップソー1の刃厚（mm）である。Hは、台金2の径方向における切れ刃21cに対する左端22d及び右端23eの高低差21gである。Szは、1刃当たりの送り量（mm/刃）である。

[0032]  $K = 9$ 、 $D = 35^\circ$ 、 $T = 1.5$  (mm)、 $H = 0.1$  (mm)、 $S_z = 0.016$  (mm/刃)であるチップソー1において、 $31a = 1.283$  (mm)、 $L = 2.399$  (mm)である。すなわち各傾斜刃22、23の切れ刃線長さ $32a \sim 39a$ の総和 $L$ は、平刃21の切れ刃線長さ $31a$ の1.87倍である。

[0033] 発明者は、平刃21の切れ刃線長さと各傾斜刃22、23の切れ刃線長さの異なる複数のチップソー1の切削動力（正味切削動力）を測定する実験を行った。実験では、例えばチップ群10の組刃数、左傾斜刃22と右傾斜刃23の傾斜角 $22g$ 、 $23g$ 、平刃21に対する左傾斜刃22及び右傾斜刃23の高低差 $21g$ 、チップソー1の刃厚 $T$ 、1刃当たりの送り量 $S_z$ を変更した。図6に示すように下記の式（3）で定義される切れ刃線関連長さ $A$ と切削動力が概ね1次関数で表せることがわかった。切れ刃線関連長さ $A$ は、左傾斜刃22及び右傾斜刃23に対して平刃21の切れ刃線長さに2倍の重み付けをしている。

[0034] (式3) 切れ刃線関連長さ $A = (\text{平刃21の切れ刃線長さ } 31a \times 2 + \text{左傾斜刃22及び右傾斜刃23の切れ刃線長さ } 32a \sim 39a \text{の総和 } L) / \text{チップ群10の組刃数}$   
 $= (\text{全平刃21の切れ刃線長さ } 31a \text{の総和} \times 2 + \text{全左傾斜刃22及び全右傾斜刃23の切れ刃線長さ } 32a \sim 39a \text{の総和}) / \text{チップソー1の総刃数}$

[0035] 図9に示すようにチップ群10の組刃数を変えた場合の切削動力をシミュレーションした。チップ群10は、平刃21を1個有しかつ左傾斜刃22と右傾斜刃23をそれぞれ同数有するものとした。そのためチップ群10の組刃数が5、7、9、11個の場合についてシミュレーションした。シミュレーションでは刃厚 $T$ （図5参照）を1.5mmとし、1刃当たりの送り量 $S_z$ を0.016mm/刃とした。シミュレーションした結果、式（3）に示す平刃21への2倍の重み付けをした場合の切れ刃線関連長さ $A$ と重み付けをしていない場合の1刃当たりの切れ刃線長さで切削動力との関係に違いが

出ることがわかった。

[0036] 図9に示すように平刃21に重み付けをした切れ刃線関連長さAの場合、組刃数を変えても切削動力と1次関数の関係が維持された。一方、平刃21に重み付けをしていない1刃当たりの切れ刃線長さの場合、組刃数が同じであれば切削動力と概ね1次関数の関係が維持される。しかし組刃数を変えた場合で切削動力と1次関数の関係が維持されなかった。なお図9中のBCは、平刃21を有さず左傾斜22と右傾斜刃23が台金2の周方向に交互に配置されたチップソーであり、従来例である。

[0037] 図11に示すようにチップソー1の刃厚T（図5参照）を変えた場合の切削動力をシミュレーションした。刃厚Tが1.0mm、1.5mm、2.0mmの場合についてそれぞれシミュレーションした。シミュレーションでは、1分当たりの回転数を5000回転とし、総刃数を45個とし、1刃当たりの送り量S<sub>z</sub>を0.016mm/刃とした。シミュレーションした結果、刃厚Tを変えた場合でも切れ刃線関連長さAと切削動力に1次関数の関係が維持された。切れ刃線関連長さAは、刃厚Tが大きいほど大きくなる傾向があった。具体的には刃厚Tが1.0mmの場合に切れ刃線関連長さAが概ね0.4~0.6mmであった。刃厚Tが1.5mmの場合に切れ刃線関連長さAが概ね0.5~0.8mmであった。刃厚Tが2.0mmの場合に切れ刃線関連長さAが概ね0.6~1.0mmであった。

[0038] 式(1)、式(2)に示すように平刃21の切れ刃線長さ31aと左傾斜刃22及び右傾斜刃23の切れ刃線長さ32a~39aの総和Lは、1刃当たりの送り量S<sub>z</sub>を変えることで長さが変わる。そのため切れ刃線関連長さAは、1刃当たりの送り量S<sub>z</sub>を変えることで長さが変わる。1刃当たりの送り量S<sub>z</sub>を0mm/刃とみなした際の切れ刃線関連長さAを定義する。これにより加工条件である1刃当たりの送り量S<sub>z</sub>の影響を受けずに切れ刃線関連長さAと切削動力の関係を検証できる。1刃当たりの送り量S<sub>z</sub>を0mm/刃とみなした際の平刃21の切れ刃線長さ31aと各傾斜刃22、23の切れ刃線長さ32a~39aの総和Lは、下記の式(4)と式(5)に

よって求められる。

[0039] (式4)  $31a = T - 2 \times H \times \cos D / \sin D$

(式5)  $L = (K - 1) \times H / \sin D$

図15に示すように1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{ mm/刃}$ とみなした際の切れ刃線31~39を以下のように仮定する。第1チップ11の平刃21が最初に被削材40を切削して形成する切れ刃線を切れ刃線30とする。第2チップ12の左傾斜刃22と第3チップ12の右傾斜刃23が平刃21の切削の直後に被削材40を切削して切れ刃線32, 33を形成する。この切れ刃線32, 33を第2~第9チップ12~19の左傾斜刃22と右傾斜刃23それぞれが形成する切れ刃線32~39と仮定する。仮定した切れ刃線30, 32~39から切れ刃線長さ $30a$ ,  $32a$ ,  $33a$ を求める。

[0040] 図10に示すように1刃当たりの送り量 $S_z$ を変えた場合の切削動力をシミュレーションした。1刃当たりの送り量 $S_z$ が $0\text{ mm/刃}$ 、 $0.016\text{ mm/刃}$ 、 $0.04\text{ mm/刃}$ の場合についてそれぞれシミュレーションした。シミュレーションでは刃厚 $T$  (図5参照)を $1.5\text{ mm}$ とし、1分当たりの回転数を $5000$ 回転とし、総刃数を $45$ 個とした。シミュレーションした結果、1刃当たりの送り量 $S_z$ が $0.016\text{ mm/刃}$ の場合と $0.04\text{ mm/刃}$ の場合の間で、切れ刃線関連長さ $A$ と切削動力に概ね同じ1次関数の関係が維持された。1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{ mm/刃}$ とみなした場合、1刃当たりの送り量 $S_z$ が $0.016\text{ mm/刃}$ 、 $0.04\text{ mm/刃}$ の場合よりも同じ切削動力で切れ刃線関連長さ $A$ が約 $0.1\text{ mm}$ 小さかった。1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{ mm/刃}$ とみなした範囲内では、切れ刃線関連長さ $A$ と切削動力に概ね1次関数の関係が維持された。

[0041] 実験の結果、例えば左傾斜刃22と右傾斜刃23の傾斜角 $22g$ ,  $23g$ 等のチップソー1の緒元を変えた場合でも、切れ刃線関連長さ $A$ と切削動力の1次関数の関係が維持されることがわかった。そのため切れ刃線関連長さ $A$ から切削に必要な切削動力を推定できる。そこで発明者は、切削動力が所定値以下となる条件として1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{ mm/刃}$ とみなした

際の切れ刃線関連長さAについて下記の式(6)を定義した。式(6)は、  
図10に示したシミュレーションの結果に基づいて定義した。

[0042] (式6)  $A < (T \times 0.2 + 0.2)$

$K = 9$ 、 $D = 35^\circ$ 、 $T = 1.5$  (mm)、 $H = 0.1$  (mm) と設定したチップソー1において、1刃当たりの送り量 $S_z$ を0 mm/刃とみなした際の $A = 0.425$  (mm)、 $(T \times 0.2 + 0.2) = 0.5$  (mm)である。そのためチップソー1は式(6)の条件を満たす。

[0043] 式(1)に示すように平刃21の切れ刃線長さ $31a$ は、チップソー1の刃厚 $T$ が大きいほど大きくなる。そのため図12に示すように、平刃21の切れ刃線長さ $31a$ に対する各傾斜刃22, 23の切れ刃線長さ $32a \sim 39a$ の総和 $L$ の倍率は、刃厚 $T$ が小さくなるのに従って大きくなる。平刃21の切れ刃線長さ $31a$ に対する各傾斜刃22, 23の切れ刃線長さ $32a \sim 39a$ の総和 $L$ の倍率は、1刃当たりの送り量 $S_z$ が大きくなるのに従って大きくなる。そこで発明者は、刃厚 $T$ を1.5 mmとし、1刃当たりの送り量 $S_z$ を0.016 mm/刃とした際に各傾斜刃22, 23の切れ刃線長さ $32a \sim 39a$ の総和 $L$ が平刃21の切れ刃線長さ $31a$ の2倍以下となることを基準にして下記の式(7)を定義した。式(7)において1刃当たりの送り量 $S_z$ を0 mm/刃とみなしている。下記の式(8)は、式(7)と同じ関係を表す。

[0044] (式7) チップ群10の左傾斜刃22及び右傾斜刃23の切れ刃線長さ $32a \sim 39a$ の総和 $L$

$$\leq (\text{平刃21の切れ刃線長さ } 31a - \text{チップソー1の刃厚 } T + 1.5) \times 1.2$$

(式8) 全左傾斜刃22及び全右傾斜刃23の切れ刃線長さ $32a \sim 39a$ の総和

$$\leq (1 \text{ 個当たりの平刃21の切れ刃線長さ } 31a - \text{チップソー1の刃厚 } T + 1.5) \times \text{全平刃21の刃数} \times 1.2$$

$K = 9$ 、 $D = 35^\circ$ 、 $T = 1.0$  (mm)、 $H = 0.1$  (mm) と設定し

たチップソー1において、1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{ mm/刃}$ とみなした際の平刃21の切れ刃線長さ $31a$ は、式(4)より $0.714\text{ mm}$ である。各傾斜刃22, 23の切れ刃線長さ $32a\sim 39a$ の総和 $L$ は、式(5)より $1.395\text{ mm}$ である。したがって $(0.714 - 1.0 + 1.5) \times 1.2 = 1.457\text{ (mm)}$ であり $1.395\text{ mm}$ よりも大きい。そのためチップソー1は式(7)の条件を満たし、同時に式(8)の条件を満たす。

[0045] なお図13に示すように従来の分割切削型のチップソーにおいて、チップ群1組当たりの傾斜刃の切れ刃線長さの総和 $L$ は、平刃の切れ刃線長さ $51a$ に対する比率がチップソー1よりも大きかった。従来のチップソーは、例えば組刃数 $K=5$ 、傾斜角 $D=25^\circ$ 、刃厚 $T=1.5\text{ (mm)}$ 、高低差 $H=0.2\text{ (mm)}$ である。1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{ mm/刃}$ とみなした際の平刃の切れ刃線 $51$ の切れ刃線長さ $51a$ は、式(4)より $0.642\text{ (mm)}$ である。傾斜刃の切れ刃線 $52\sim 55$ の切れ刃線長さ $52a\sim 55a$ の総和 $L$ は、式(5)より $1.893\text{ (mm)}$ である。すなわち傾斜刃の切れ刃線長さ $52a\sim 55a$ の総和 $L$ は、平刃の切れ刃線長さ $51a$ の約3倍である。 $(0.642 - 1.5 + 1.5) \times 1.2 = 0.771\text{ (mm)}$ である。したがって式(7)、式(8)の条件を満たさない。切れ刃線関連長さ $A$ は、式(3)より $0.635\text{ (mm)}$ である。そのため切れ刃線関連長さ $A$ が $(T \times 0.2 + 0.2) = 0.5\text{ (mm)}$ よりも大きく、式(6)の条件を満たさない。

[0046] 図6に示す切れ刃線関連長さ $A$ と切削動力の関係と式(1)～(3)に基づいて、図7に示すようにチップ群10の組刃数を変えた場合の切削動力をシミュレーションした。チップ群10の組刃数が5, 7, 9, 11, 13個の場合についてシミュレーションした。1.3mmと1.5mmの2種類の刃厚 $T$ のチップソー1についてそれぞれシミュレーションした。シミュレーションでは傾斜角 $22g, 23g$ を $35^\circ$ とし、高低差 $21g$ を $0.15\text{ m}$ とした。

[0047] シミュレーションした結果、図7に示すように組刃数が5～11個の範囲

では、組刃数が増加するのにしたがって切削動力が低減することがわかった。特に組刃数が少ない範囲における切削動力の低減効果大きい。例えば組刃数を5個から7個に変えた場合、切削動力が6～8%減少する。例えば組刃数を9個から11個に変えた場合、切削動力が1～2%減少する。切削動力は、刃厚Tが1.3mmの場合と1.5mmの場合で同様の減少傾向になる。

[0048] 図7に示すように組刃数が11～13個の範囲では、組刃数が増加するのにしたがって切削動力が概ね変化しないまたはわずかに増加することがわかった。切削動力は、組刃数を13個より多くする場合、傾斜刃の切れ刃線長さの総和が大きくなることで切削動力が概ね変化しないまたはわずかに増加すると考えられる。以上よりチップ群10の組刃数が7個以上の場合に切削動力を小さくでき、好ましくは組刃数が7～11個の場合に切削動力の低減効果が大きいと考えられる。

[0049] 図6に示す切れ刃線関連長さAと切削動力の関係と式(1)～(3)に基づいて、図8に示すように傾斜角 $22g$ ,  $23g$ を変えた場合の切削動力をシミュレーションした。傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が $25\sim 45^\circ$ の範囲では $5^\circ$ 毎に、 $45\sim 65^\circ$ の範囲では $10^\circ$ 毎の切削動力をシミュレーションした。1.3mmと1.5mmの2種類の刃厚Tのチップソー1についてそれぞれシミュレーションした。シミュレーションではチップ群10の組刃数を5個とし、高低差 $21g$ を0.15mmとした。

[0050] シミュレーションした結果、図8に示すように傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が $25\sim 45^\circ$ の範囲では傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が大きくなるのにしたがって切削動力が低減することがわかった。特に傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が小さい範囲における切削動力の低減効果大きい。例えば傾斜角 $22g$ ,  $23g$ を $25^\circ$ から $30^\circ$ に変えた場合、切削動力が約2%減少する。例えば傾斜角 $22g$ ,  $23g$ を $40^\circ$ から $45^\circ$ に変えた場合、切削動力が約0.7%減少する。切削動力は、刃厚Tが1.3mmの場合と1.5mmの場合で同様の減少傾向になる。

[0051] さらに図8に示すように傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が $45 \sim 65^\circ$ の範囲では傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が大きくなるのにしたがって切削動力が概ね変化しないまたはわずかに増加することがわかった。傾斜角 $22g$ ,  $23g$ を $65^\circ$ 以上にする場合、左傾斜刃 $22$ の左端 $22d$ と右傾斜刃 $23$ の右端 $23e$ が刃欠けする可能性がある。そのため傾斜角 $22g$ ,  $23g$ を $65^\circ$ 以下とするのが好ましい。以上より傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が $30^\circ$ 以上の場合に切削動力を小さくでき、好ましくは傾斜角 $22g$ ,  $23g$ が $30 \sim 45^\circ$ の場合に切削動力の低減効果が大きいと考えられる。左端 $22d$ と右端 $23e$ にR面取り、 $0.1\text{mm}$ 程度の平部、C面取り等を設けても良い。

[0052] 上述するようにチップソー1は、図1, 4, 5, 15に示すように円盤状の台金2と、台金2の外周に接合される複数の第1～第9チップ $11 \sim 19$ を有する。複数の第1～第9チップ $11 \sim 19$ は、複数の平刃 $21$ と複数の左傾斜刃 $22$ と複数の右傾斜刃 $23$ を有する。平刃 $21$ は、台金2の厚み方向と水平である切れ刃 $21c$ を備える。左傾斜刃 $22$ と右傾斜刃 $23$ は、台金2の厚み方向に対して傾斜した切れ刃 $22c$ ,  $23c$ を備える。被削材40を切削する際に切れ刃 $21c$ ,  $22c$ ,  $23c$ が被削材40に当たる長さが切れ刃線長さ $31a \sim 39a$ である。1刃当たりの送り量 $S_z$ を $0\text{mm}/\text{刃}$ とみなして切れ刃線長さ $31a \sim 39a$ それぞれに相当する切れ刃線長さ $30a$ ,  $32a$ ,  $33a$ を求める。第1チップ $11$ の平刃 $21$ が最初に被削材40を切削して形成する切れ刃線を切れ刃線 $30$ とする。同じチップ群10の第2チップ $12$ の左傾斜刃 $22$ と第3チップ $12$ の右傾斜刃 $23$ が平刃 $21$ の切削の直後に被削材40を切削して切れ刃線 $32$ ,  $33$ を形成する。切れ刃線 $32$ ,  $33$ を第2～第9チップ $12 \sim 19$ の左傾斜刃 $22$ と右傾斜刃 $23$ それぞれが形成する切れ刃線 $32 \sim 39$ と仮定する。仮定した切れ刃線 $30$ ,  $32 \sim 39$ から切れ刃線長さ $30a$ ,  $32a$ ,  $33a$ を求める。切れ刃線長さ $30a$ ,  $32a$ ,  $33a$ が下記関係、

複数の左傾斜刃 $22$ 及び右傾斜刃 $23$ の切れ刃線長さ $32a$ ,  $33a$ の総和 $\leq$  (1個当たりの平刃 $21$ の切れ刃線長さ $30a$  - チップソー1の刃厚 $T$

+ 1.5) × 複数の平刃 21 の刃数 × 1.2

を満たす。

[0053] 図4に示す左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 は、切断面になる図5に示す溝 41 の側面を円滑にする役割がある。そのためチップソー 1 は、左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 を有していることが好ましい。一方、平刃 21 の切れ刃線長さ 30a (31a) が左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 の切れ刃線長さ 32a, 33a に比べて切削動力に大きく影響することが発明者の誠意研究によりわかった。本特徴は、平刃 21 の切れ刃線長さ 30a を減らすのではなく、平刃 21 の切れ刃線長さ 30a を長くしかつ各傾斜刃 22, 23 の切れ刃線長さ 32a, 33a を平刃 21 の切れ刃線長さ 30a の影響以上に短くすることにより、切削動力を従来よりも小さくすることができる。

[0054] 図1, 4, 5に示すようにチップソー 1 は、円盤状の台金 2 と、台金 2 の外周に接合される第1～第9チップ 11～19 からなるチップ群 10 を複数有する。複数の第1～第9チップ 11～19 は、複数の平刃 21 と複数の左傾斜刃 22 と複数の右傾斜刃 23 を有する。平刃 21 は、台金 2 の厚み方向と水平である切れ刃 21c を備える。左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 は、台金 2 の厚み方向に対して傾斜した切れ刃 22c, 23c を備える。被削材 40 を切削する際に切れ刃 21c, 22c, 23c が被削材 40 に当たる長さが切れ刃線長さ 31a～39a である。複数の左傾斜刃 22 及び右傾斜刃 23 の切れ刃線長さ 32a～39a の総和が複数の平刃 21 の切れ刃線長さ 31a の総和の2倍以下である。したがって複数の左傾斜刃 22 及び右傾斜刃 23 の切れ刃線長さ 32a～39a の総和が小さい。これにより切削動力を従来よりも小さくすることができる。刃厚 T が 1.0～2.0mm において従来に比べ切削動力を小さくできる。特に刃厚 T が 1.5mm においてはその効果が顕著である。

[0055] 図1, 4, 5, 15に示すようにチップソー 1 は、円盤状の台金 2 と、台金 2 の外周に接合される複数の第1～第9チップ 11～19 を有する。複数の第1～第9チップ 11～19 は、複数の平刃 21 と複数の左傾斜刃 22 と

複数の右傾斜刃 23 を有する。平刃 21 は、台金 2 の厚み方向と水平である切れ刃 21c を備える。左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 は、台金 2 の厚み方向に対して傾斜した切れ刃 22c, 23c を備える。被削材 40 を切削する際に切れ刃 21c, 22c, 23c が被削材 40 に当たる長さが切れ刃線長さ 31a ~ 39a である。1 刃当たりの送り量 Sz を 0 mm / 刃とみなして切れ刃線長さ 31a ~ 39a それぞれに相当する切れ刃線長さ 30a, 32a, 33a を求める。第 1 チップ 11 の平刃 21 が最初に被削材 40 を切削して形成する切れ刃線を切れ刃線 30 とする。同じチップ群 10 の第 2 チップ 12 の左傾斜刃 22 と第 3 チップ 12 の右傾斜刃 23 が平刃 21 の切削の直後に被削材 40 を切削して切れ刃線 32, 33 を形成する。切れ刃線 32, 33 を第 2 ~ 第 9 チップ 12 ~ 19 の左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 それぞれが形成する切れ刃線 32 ~ 39 と仮定する。仮定した切れ刃線 30, 32 ~ 39 から切れ刃線長さ 30a, 32a, 33a を求める。切れ刃線長さ 30a, 32a, 33a が下記関係

$$A = \{ (\text{複数の平刃 21 の切れ刃線長さ } 30a \text{ の総和} \times 2) + \text{複数の左傾斜刃 22 及び右傾斜刃 23 の切れ刃線長さ } 32a, 33a \text{ の総和} \} / (\text{複数の平刃 21 と複数の左傾斜刃 22 及び右傾斜刃 23 の総刃数})$$

$$A < (\text{チップソー 1 の刃厚 } T) \times 0.2 + 0.2$$

を満たす。

[0056] 発明者の誠意研究により、切れ刃線関連長さ A と切削動力に相関性があることがわかった。すなわち切れ刃線関連長さ A から切削動力を推定できることがわかった。切れ刃線関連長さ A が上記関係を満たすように複数の平刃 21 と複数の左傾斜刃 22 及び右傾斜刃 23 を設ける。これにより切れ刃線関連長さ A が従来よりも小さくなる。そのため切削動力を従来よりも小さくすることができる。

[0057] 図 1, 4 に示すように複数の第 1 ~ 第 9 チップ 11 ~ 19 は、台金 2 の周方向に並んだ 1 個の平刃 21 と合計で 6 個以上の左傾斜刃 22 と右傾斜刃 23 からなるチップ群 10 を複数有する。平刃 21 と左傾斜刃 22 または右傾

斜刃 2 3 の台金 2 の径方向の高低差が 0.15 mm 以下である。左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 の傾斜角  $2 2 g$ ,  $2 3 g$  が  $30^\circ$  以上  $90^\circ$  未満である。

[0058] したがって複数の左傾斜刃 2 2 及び右傾斜刃 2 3 の切れ刃線長さ  $3 2 a \sim 3 9 a$  の総和を複数の平刃 2 1 の切れ刃線長さ  $3 1 a$  の総和の 2 倍以下にしかつ 1 個の平刃 2 1 に対して合計で 6 個以上の左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 を有するチップ群 1 0 を形成する。これにより左傾斜刃 2 2 または右傾斜刃 2 3 が 1 個当たりの切れ刃線長さが小さい。しかも平刃 2 1 に対する左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 の台金 2 の径方向の高低差が 0.15 mm 以下で小さい。かつ左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 の傾斜角  $2 2 g$ ,  $2 3 g$  が  $30^\circ$  以上  $90^\circ$  未満で大きい。これにより左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 の切れ刃線  $3 2 \sim 3 9$  は、溝 4 1 の左右端により近い位置で平刃 2 1 の切れ刃線  $3 0$ ,  $3 1$  と交差する。そのため各傾斜刃 2 2, 2 3 の切れ刃線長さ  $3 2 a \sim 3 9 a$  がより小さく、これにより切削動力が小さい。

[0059] さらに図 4 に示す左傾斜刃 2 2 または右傾斜刃 2 3 が 1 個当たりの切れ刃線長さが小さくなることで、左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 が図 5 に示す溝 4 1 の左右端部を切削して生じる切粉が小さくなる。これにより溝 4 1 の左右端部から切粉を排出し易くなり、被削材 4 0 の切断面が円滑になる。

[0060] 図 4, 5 に示すように複数の傾斜刃は、複数の左傾斜刃 2 2 と複数の右傾斜刃 2 3 を含む。左傾斜刃 2 2 と右傾斜刃 2 3 が交互に配置される。左傾斜刃 2 2 は、切れ刃  $2 2 c$  の周方向前方から見て左端  $2 2 d$  が台金 2 (図 1 参照) の径方向外方に突出している。右傾斜刃 2 3 は、右端  $2 3 e$  が台金 2 の径方向外方に突出している。したがって溝 4 1 を左右交互にバランス良く切削できる。しかも溝 4 1 の左右で交互に切粉が生じる。換言すると溝 4 1 の左右それぞれで所定の時間間隔を開けて切粉が生じる。これにより溝 4 1 の左右両側から切粉をスムーズに排出できる。

[0061] 以上説明した本実施形態のチップソー 1 には様々な変更を加えることができる。例えばチップ群 1 0 は、上述するように 1 個の平刃 2 1 を有する。これに代えてチップ群 1 0 が 2 個以上の平刃 2 1 を有していても良い。例えば

チップ群10は、上述するように左傾斜刃22と右傾斜刃23を4個ずつ有する。これに代えてチップ群10が有する左傾斜刃22と右傾斜刃23の個数を同数でないものとしても良い。あるいはチップ群10は、平刃21と左傾斜刃22のみで構成されていても良く、平刃21と右傾斜刃23のみで構成されていても良い。

[0062] 例えばチップ群10は、上述するように左傾斜刃22と右傾斜刃23が台金2の周方向に交互に配置される。これに代えて例えば台金2の周方向に左傾斜刃22が連続する等、平刃21と左傾斜刃22と右傾斜刃23の周方向の並び順を適宜変更しても良い。例えばチップソー1は、上述するように平刃21と左傾斜刃22と右傾斜刃23の周方向の並び順が同じチップ群10を複数組有する。これに代えて平刃21と左傾斜刃22と右傾斜刃23の周方向の並び順がそれぞれ異なるチップ群10を有していても良い。

[0063] 左傾斜刃22と右傾斜刃23は、上述するように同じ角度の傾斜角 $22g$ 、 $23g$ を有する。これに代えて例えば各左傾斜刃22と各右傾斜刃23の傾斜角 $22g$ 、 $23g$ が $30^\circ$ 、 $35^\circ$ 、 $40^\circ$ である等、異なる複数種類の角度を有していても良い。あるいは各チップ11~19の切れ刃21cまたは左端22dまたは右端23eの径方向の高さをそれぞれ異なる高さにしても良い。左端22d、右端23eにおける各刃の1刃当たりの送り量 $S_z$ が同じになるようにチップソー1の外径や各刃の間隔（ピッチ）を異なるようにしてもよい。各刃が所定の間隔を有するように例えば各突出部4や各歯室5の形状を適宜変更しても良い。本開示で平刃の切れ刃を直線形状で説明したが、U形状、V形状などにしてもよい。好ましくは説明のように切れ刃線長さが短い直線状がよい。平刃21の左側面21hの左端21dの台金側面からの出量（アサリ量）と右傾斜刃の左側面23hの左端23dのアサリ量を左傾斜刃22の左側面22hの左端のアサリ量より小さくしてもよい。同様に平刃21の右端21eのアサリ量と左傾斜刃22の右端22eのアサリ量を右傾斜刃の右端23eのアサリ量より小さくしてもよい。

[0064] 図4に示す左傾斜刃22と右傾斜刃23に代えて、例えば図14に示すよ

うに切れ刃の左右幅が刃厚Tよりも小さい左傾斜刃61と右傾斜刃62を有していても良い。左傾斜刃61は、左端61cから右方へ向けて台金2の径方向内方へ傾斜した切れ刃61aを有する。切れ刃61aは、切れ刃22cと同じ傾斜角（研ぎ角）を有する。切れ刃61aは、左右方向について左傾斜刃61の中央の切れ刃端61dまで延出する。左傾斜刃61は、切れ刃端61dから右端61eまで延出した水平端部61bを有する。右傾斜刃62は、左傾斜刃61を左右反転させた形状を有する。すなわち右傾斜刃62は、右端62cから中央の切れ刃端62dまで台金2の径方向内方へ傾斜して延出した切れ刃62aと、切れ刃端62dから左端62eまで延出する水平端部62bを有する。係る左傾斜刃61と右傾斜刃62によっても、切れ刃61a, 62aが被削材40の溝41（図5参照）の左右両端部を切削して切れ刃線を形成することができる。

## 請求の範囲

### [請求項1]

チップソーであって、

円盤状の台金と、前記台金の外周に接合される複数のチップを有し

、

前記複数のチップは、前記台金の厚み方向と水平である切れ刃を備える複数の平刃と、前記台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃を備える複数の傾斜刃を有し、

被削材を切削する際に前記切れ刃が前記被削材に当たる長さが切れ刃線長さであり、1刃当たりの送り量を $0\text{ mm/刃}$ とみなし、前記平刃が最初に前記被削材を切削し、前記傾斜刃のそれぞれが前記平刃の切削の直後に前記被削材を切削したと仮定して前記切れ刃線長さを求めた際に前記切れ刃線長さが下記関係、

前記複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和 $\leq$  (前記平刃1個当たりの切れ刃線長さ $-$ 前記チップソーの刃厚 $+1.5$ ) $\times$ 前記複数の平刃の刃数 $\times 1.2$

を満たすチップソー。

### [請求項2]

チップソーであって、

円盤状の台金と、前記台金の外周に接合される複数のチップを有し

、

前記複数のチップは、前記台金の厚み方向と水平である切れ刃を備える複数の平刃と、前記台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃を備える複数の傾斜刃を有し、

被削材を切削する際に前記切れ刃が前記被削材に当たる長さが切れ刃線長さであり、前記複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和が前記複数の平刃の切れ刃線長さの総和の2倍以下であるチップソー。

### [請求項3]

チップソーであって、

円盤状の台金と、前記台金の外周に接合される複数のチップを有し

、

前記複数のチップは、前記台金の厚み方向と水平である切れ刃を備える複数の平刃と、前記台金の厚み方向に対して傾斜した切れ刃を備える複数の傾斜刃を有し、

被削材を切削する際に前記切れ刃が前記被削材に当たる長さが切れ刃線長さであり、1刃当たりの送り量を0 mm/刃とみなし、前記平刃が最初に前記被削材を切削し、前記傾斜刃のそれぞれが前記平刃の切削の直後に前記被削材を切削したと仮定して前記切れ刃線長さを求めた際に切れ刃線長さが下記関係、

$$A = \{ (\text{前記複数の平刃の切れ刃線長さの総和} \times 2) + \text{前記複数の傾斜刃の切れ刃線長さの総和} \} / (\text{前記複数の平刃と前記複数の傾斜刃の総刃数})$$

$$A < (\text{前記チップソーの刃厚}) \times 0.2 + 0.2$$

を満たすチップソー。

[請求項4]

請求項1～3のいずれか1つに記載のチップソーであって、

前記台金の周方向に並んだ1個の前記平刃と6個以上の前記傾斜刃からなるチップ群を複数有し、

前記平刃と前記傾斜刃の前記台金の径方向の高低差が0.15 mm以下であり、

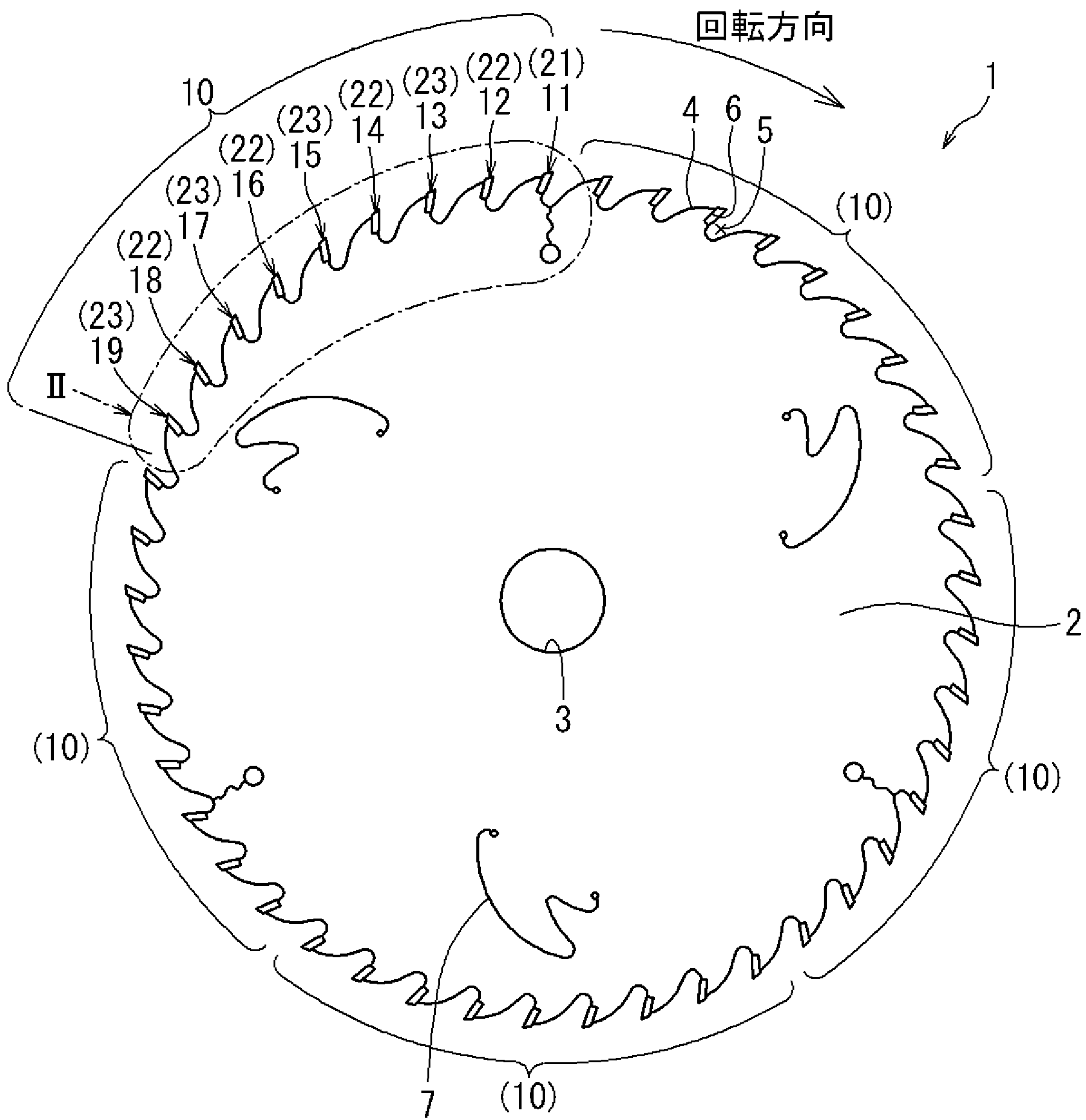
前記傾斜刃の傾斜角が30°以上90°未満であるチップソー。

[請求項5]

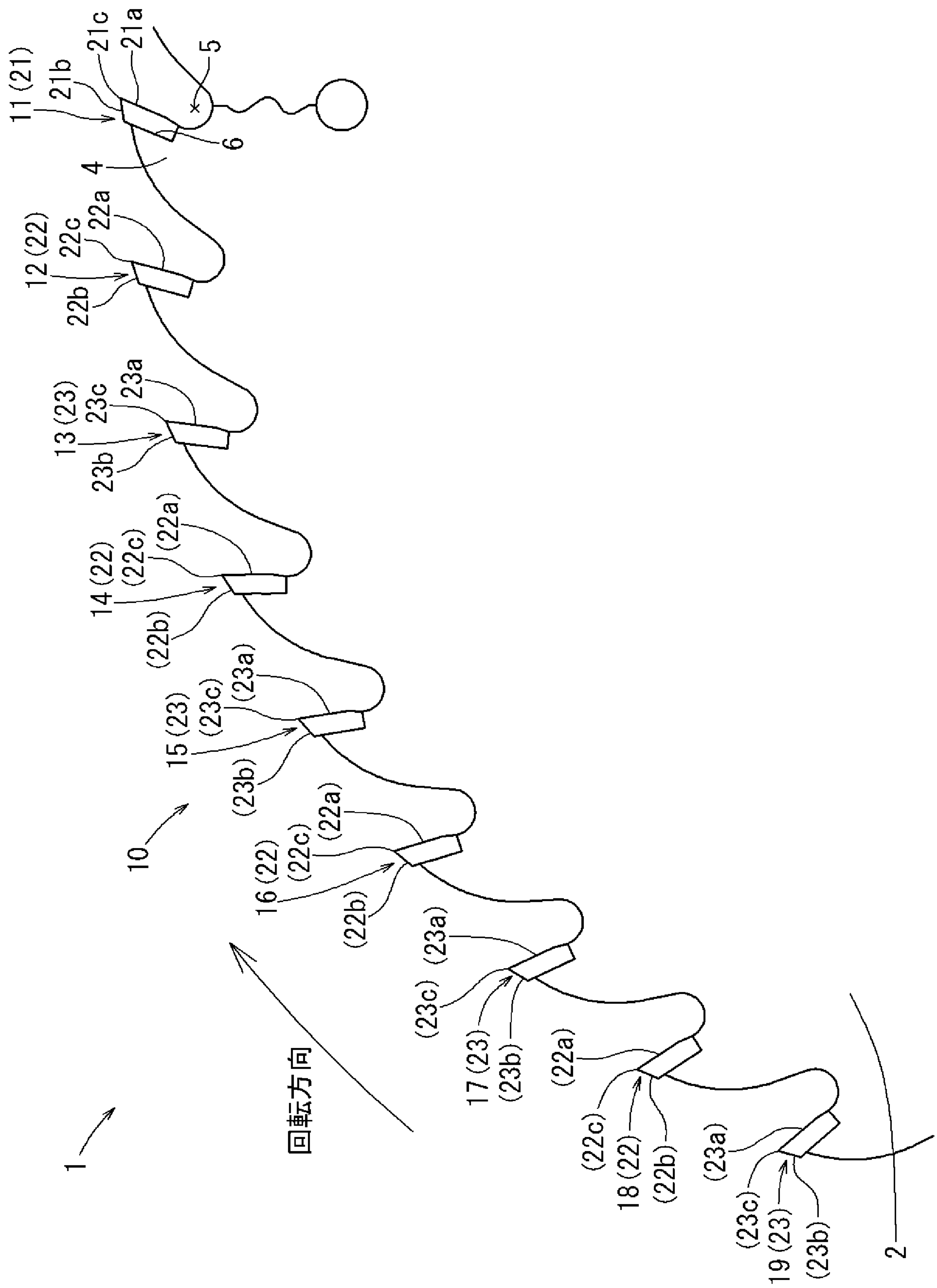
請求項1～4のいずれか1つに記載のチップソーであって、

前記切れ刃の周方向前方から見て左端が前記台金の径方向外方に突出した複数の左傾斜刃と、右端が前記台金の径方向外方に突出した複数の右傾斜刃を有し、前記左傾斜刃と前記右傾斜刃が交互に配置されるチップソー。

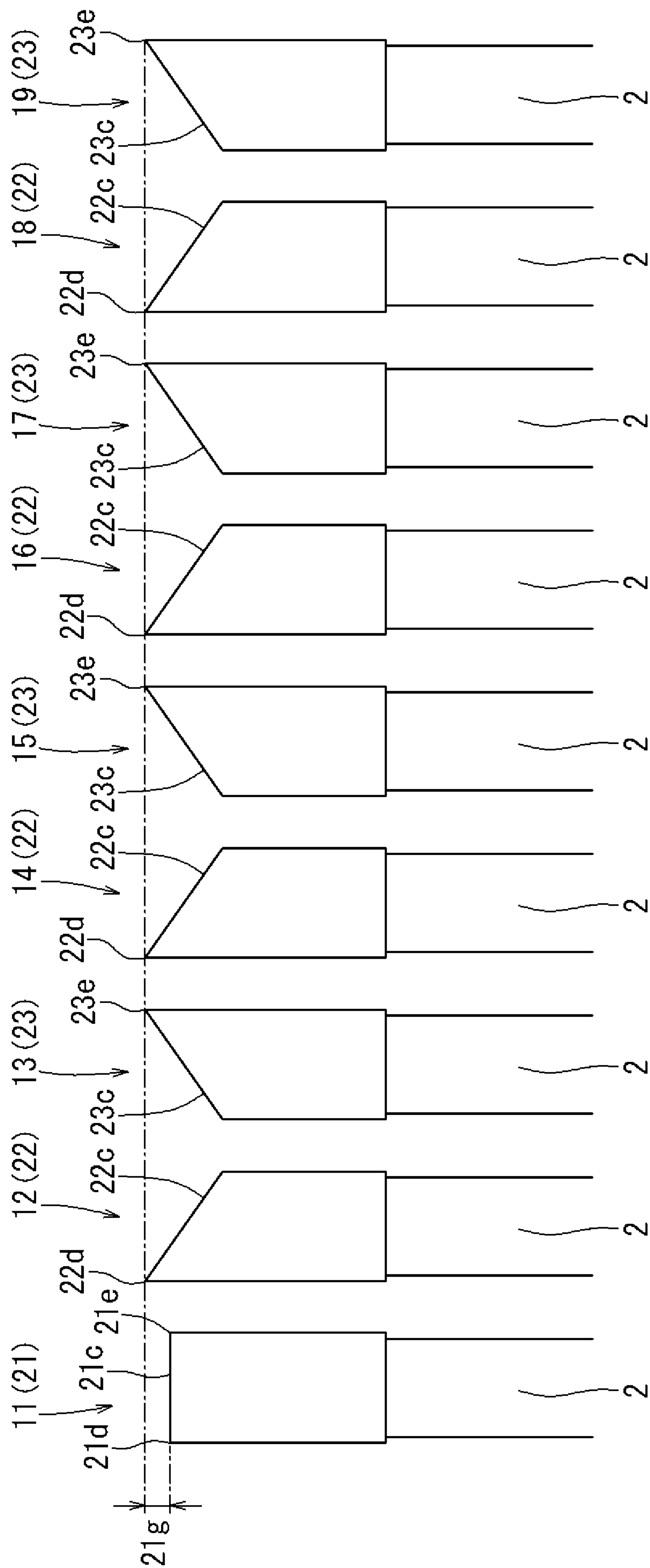
[図1]



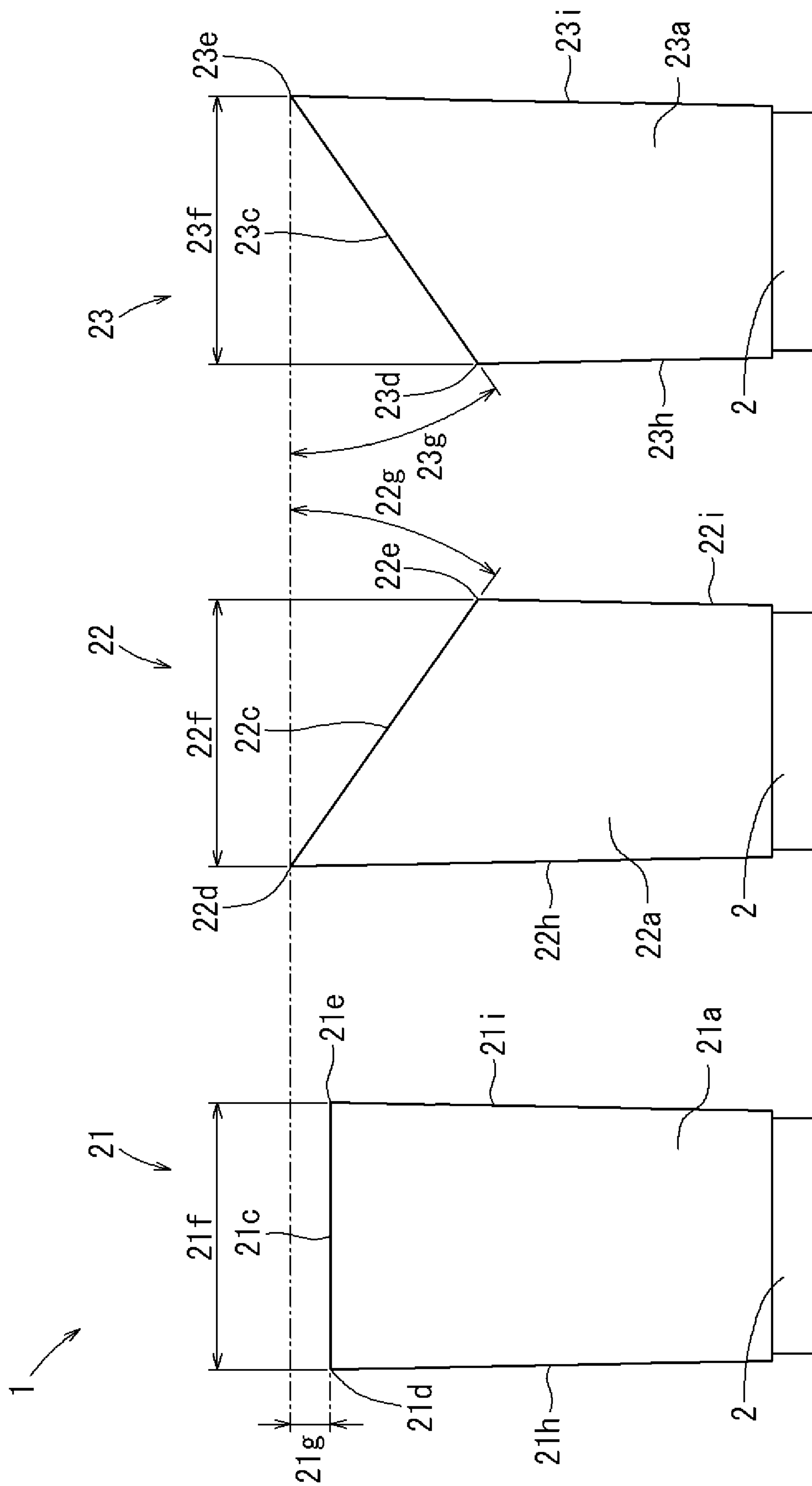
[図2]



[図3]

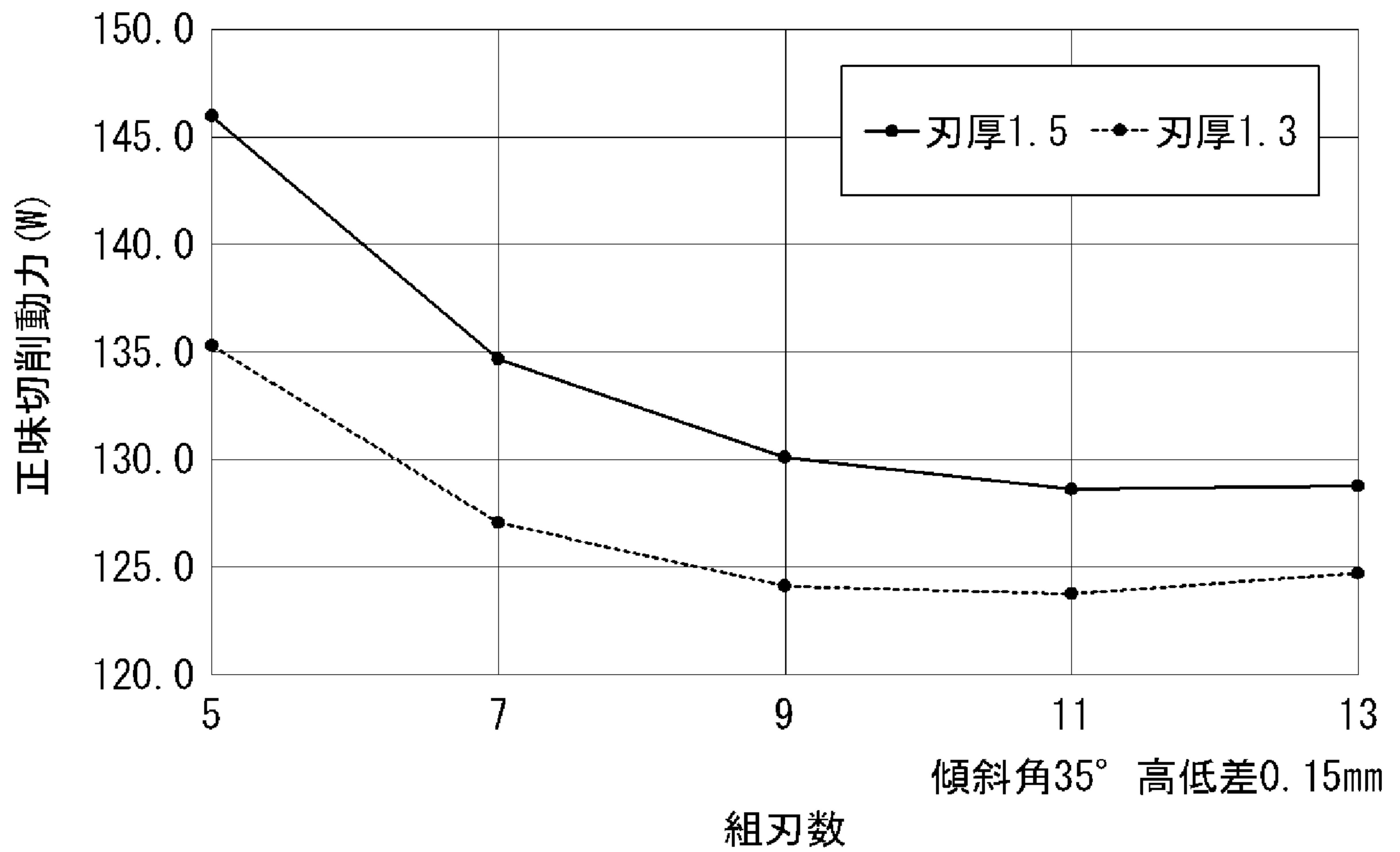


[図4]

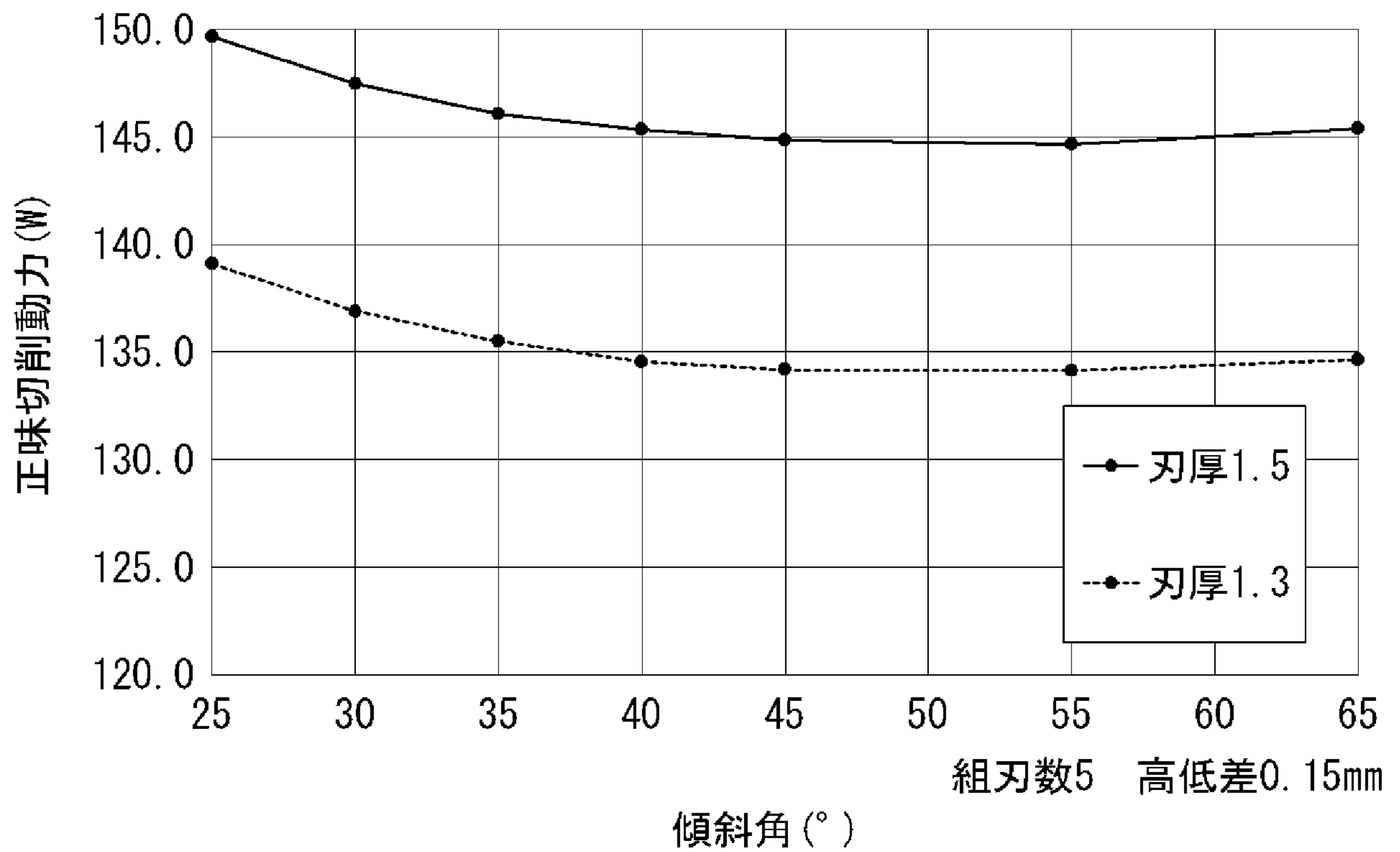




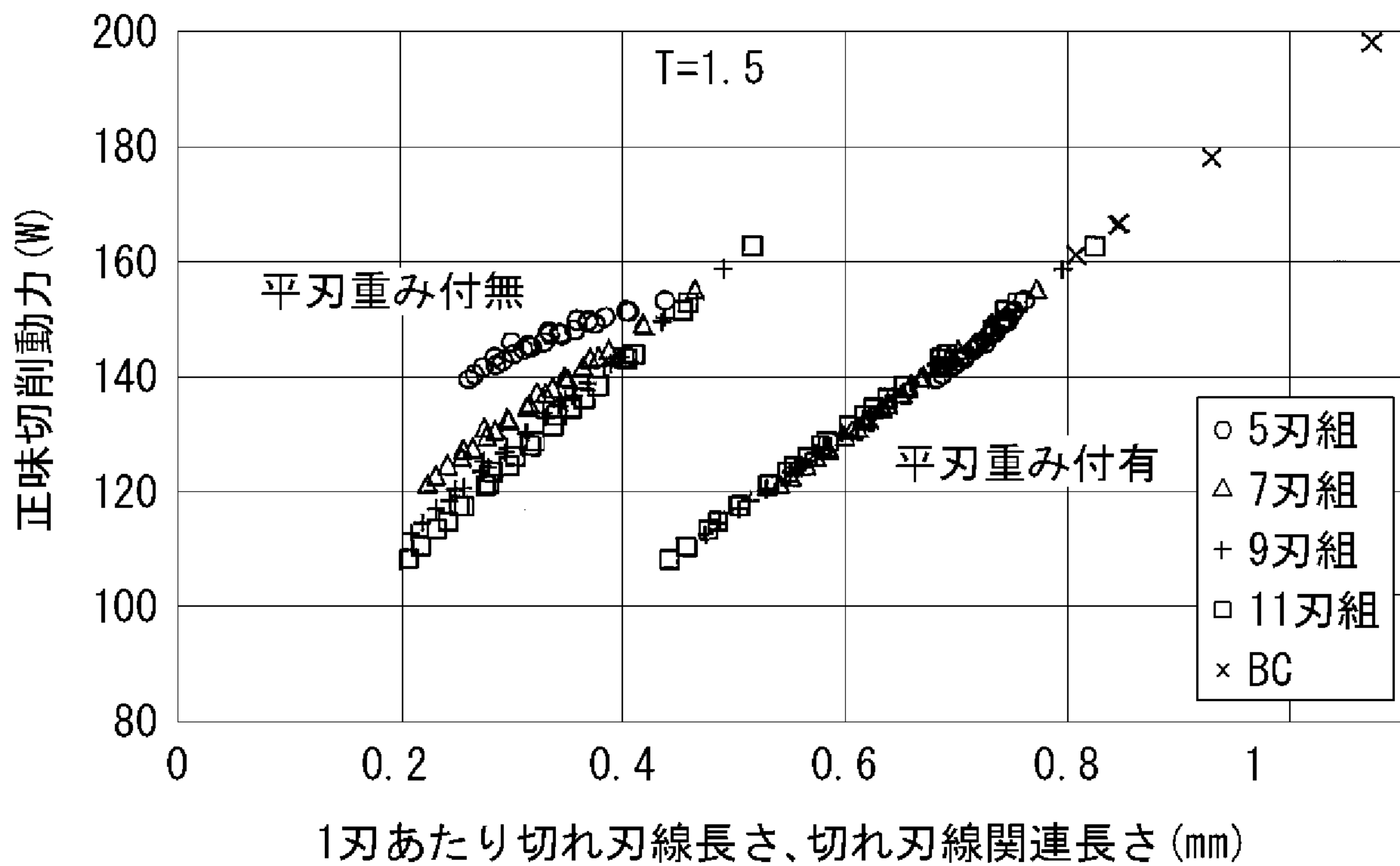
[図7]



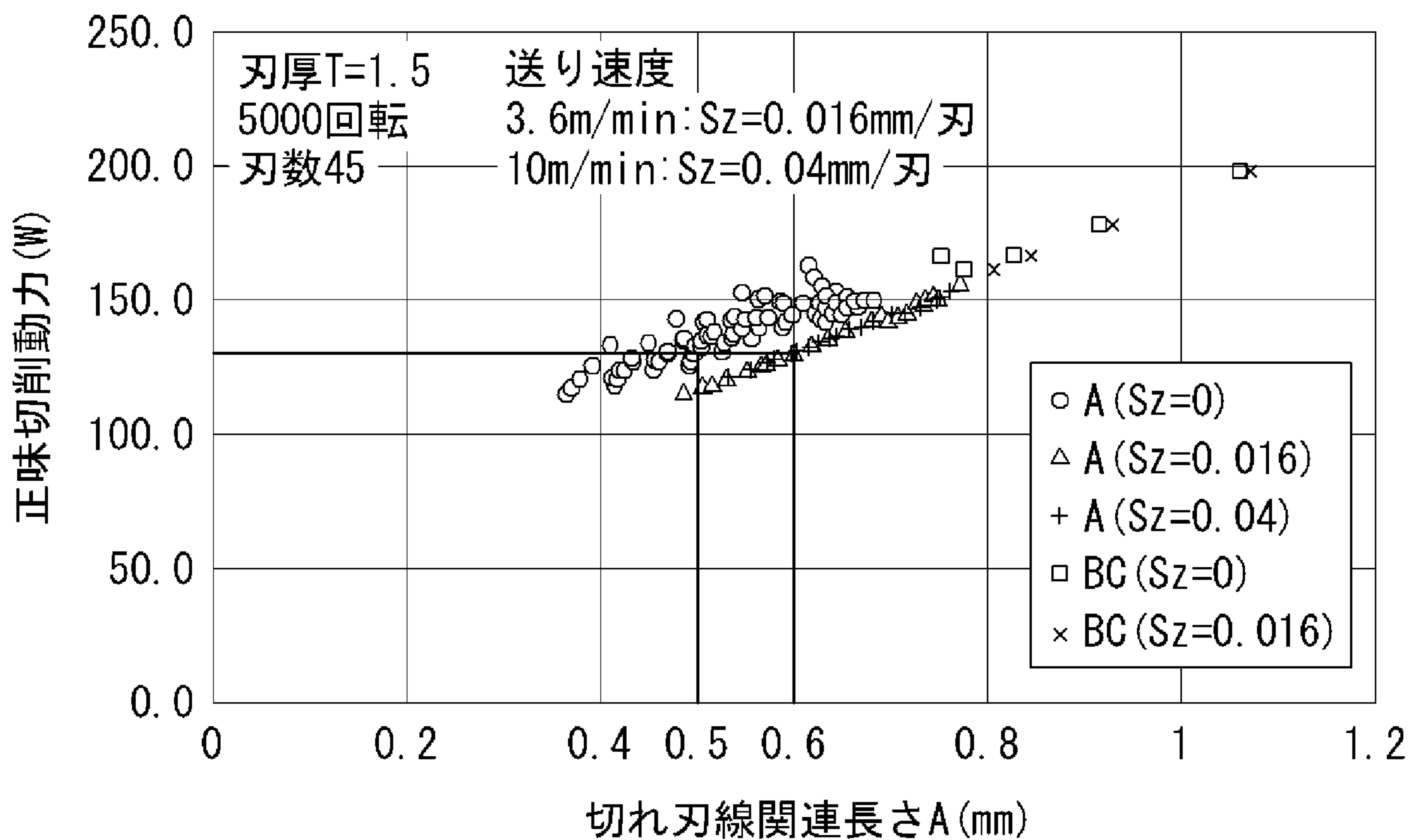
[図8]



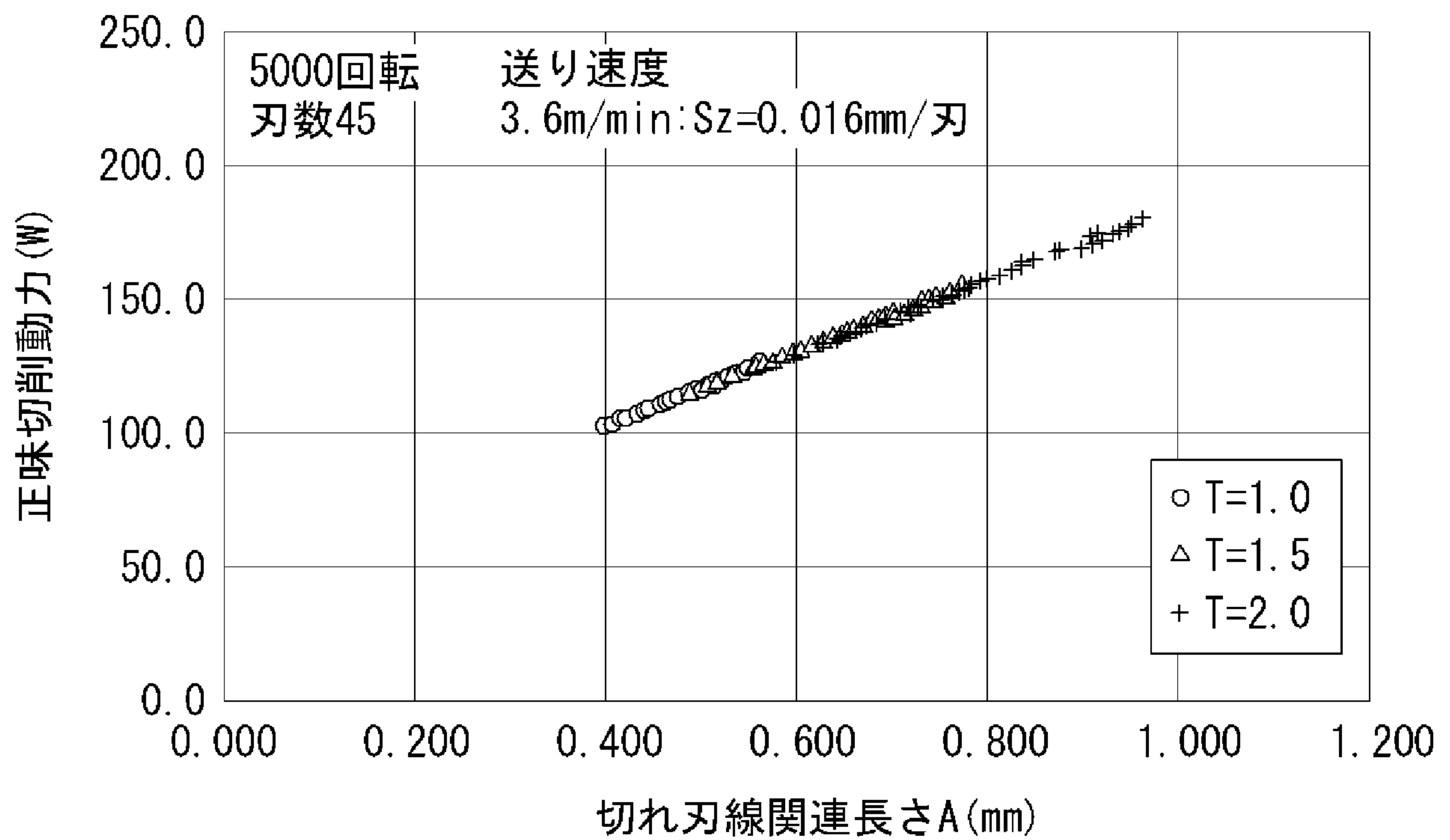
[図9]



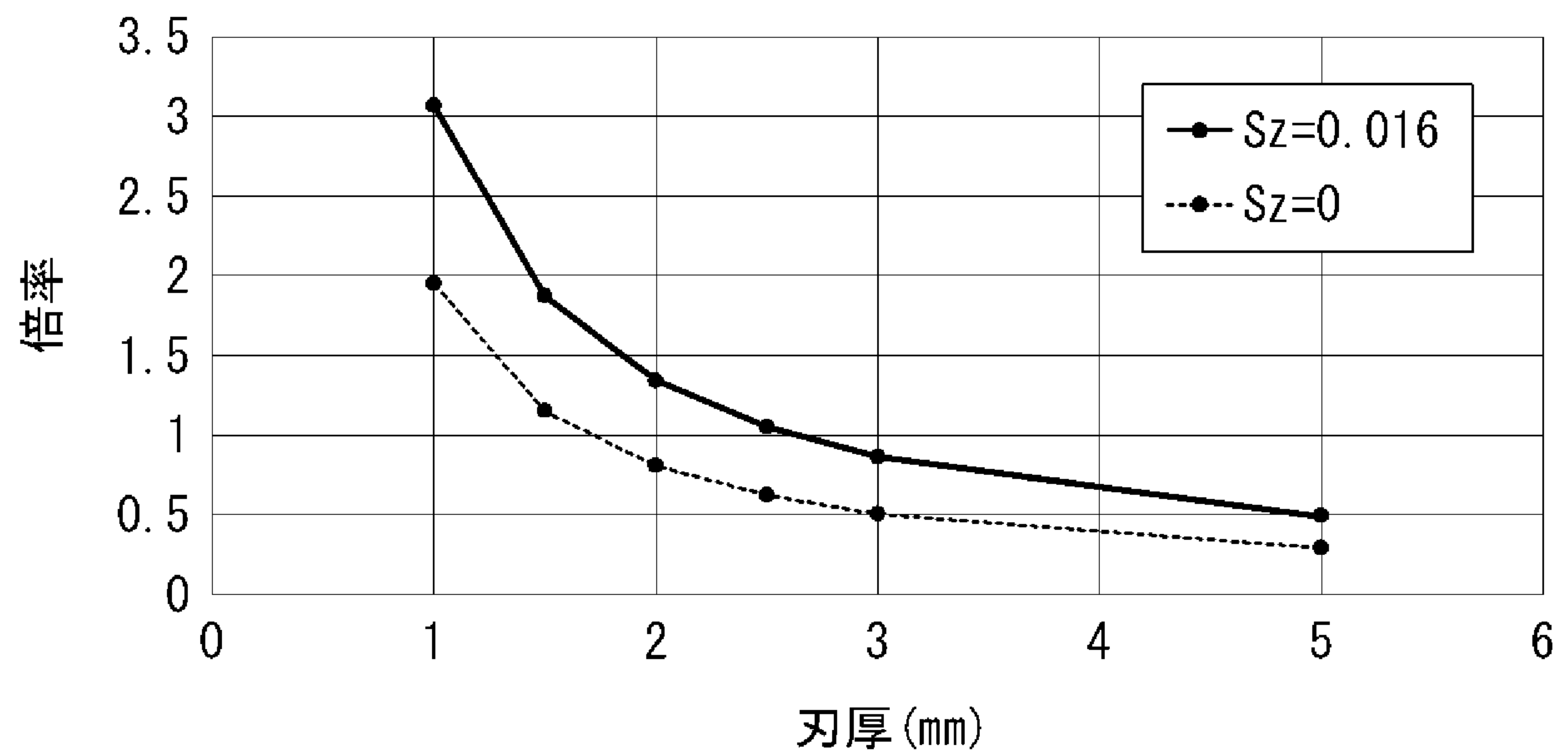
[図10]



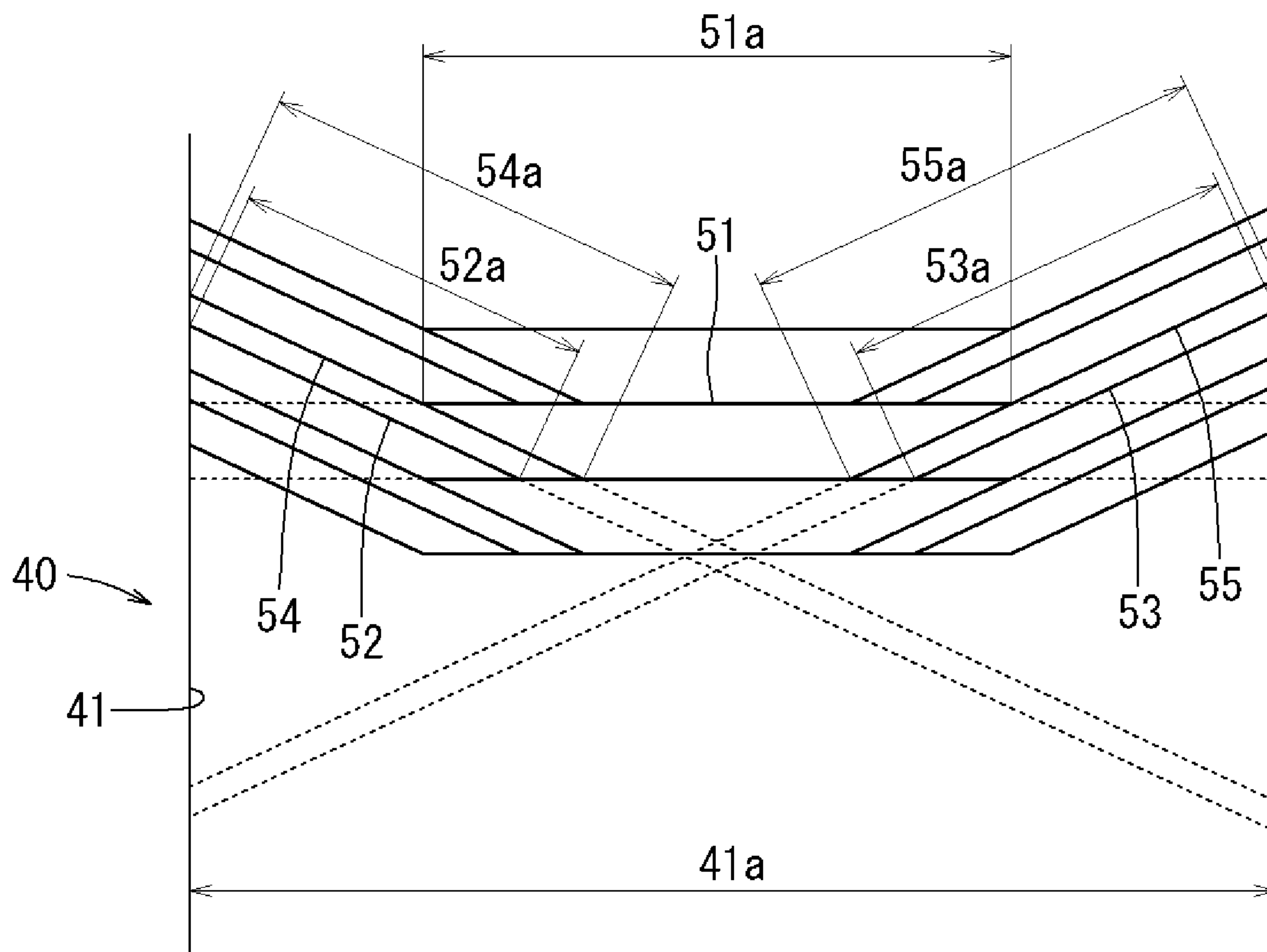
[図11]



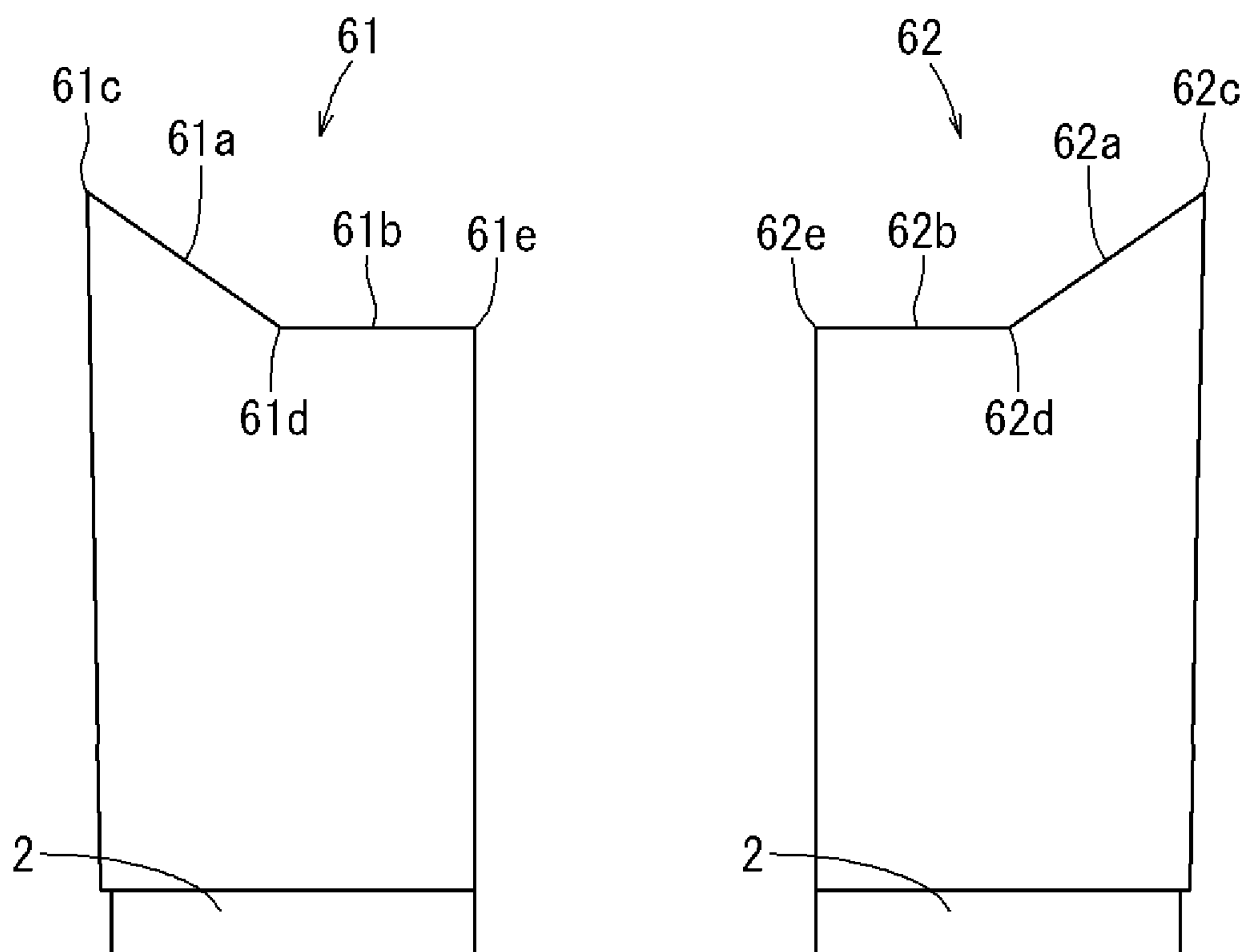
[図12]



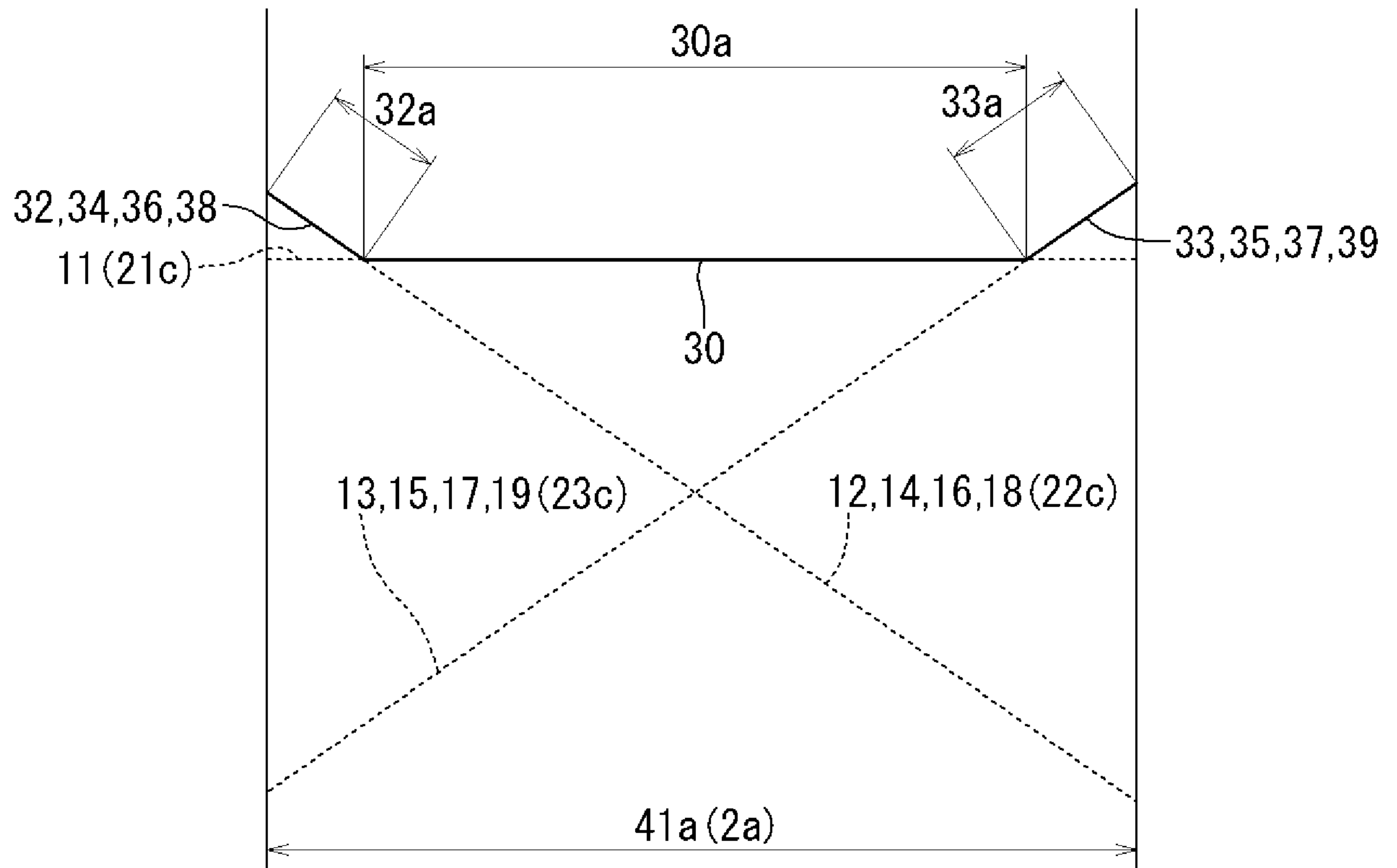
[図13]



[図14]



[図15]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2020/045213

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

B23D 61/04(2006.01)i; B27B 33/08(2006.01)i  
 FI: B23D61/04; B27B33/08 A

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 B23D61/04; B27B33/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-66400 A (TENRYU SAW MFG. CO., LTD.) 04 March 2004 (2004-03-04) paragraphs [0003], [0007]-[0014], fig. 1, 5, 8-10	1-5
A	JP 10-80823 A (TENRYU SAW MFG. CO., LTD.) 31 March 1998 (1998-03-31) paragraphs [0014]-[0017], fig. 9-10	1-5
A	JP 11-277330 A (KANEX CO., LTD.) 12 October 1999 (1999-10-12) paragraphs [0016]-[0025], fig. 1-3	1-5
A	GB 1151382 A (LEE, James Charles) 07 May 1969 (1969-05-07) page 2, left column, lines 9-65, fig. 1-2	1-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
 19 January 2021 (19.01.2021)

Date of mailing of the international search report  
 26 January 2021 (26.01.2021)

Name and mailing address of the ISA/  
 Japan Patent Office  
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
  
 Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/045213

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-66400 A	04 Mar. 2004	(Family: none)	
JP 10-80823 A	31 Mar. 1998	(Family: none)	
JP 11-277330 A	12 Oct. 1999	(Family: none)	
GB 1151382 A	07 May 1969	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B23D 61/04(2006.01)i; B27B 33/08(2006.01)i FI: B23D61/04; B27B33/08 A		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B23D61/04; B27B33/08		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2021年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2021年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-66400 A（天龍製鋸株式会社）04.03.2004（2004 - 03 - 04） 段落[0003], [0007]-[0014], 図1, 5, 8-10	1-5
A	JP 10-80823 A（天龍製鋸株式会社）31.03.1998（1998 - 03 - 31） 段落[0014]-[0017], 図9-10	1-5
A	JP 11-277330 A（カネックス刃物工業株式会社）12.10.1999（1999 - 10 - 12） 段落[0016]-[0025], 図1-3	1-5
A	GB 1151382 A（James Charles LEE）07.05.1969（1969 - 05 - 07） 第2ページ左欄第9行-65行, 図1-2	1-5
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	19.01.2021	国際調査報告の発送日 26.01.2021
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  藤田 和英 3C 3223  電話番号 03-3581-1101 内線 3363	

国際調査報告  
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/045213

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-66400	A	04.03.2004	(ファミリーなし)	
JP	10-80823	A	31.03.1998	(ファミリーなし)	
JP	11-277330	A	12.10.1999	(ファミリーなし)	
GB	1151382	A	07.05.1969	(ファミリーなし)	