

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 2 部門第 2 区分

【発行日】令和 3 年 5 月 27 日 (2021.5.27)

【公表番号】特表 2020-519446 (P2020-519446A)

【公表日】令和 2 年 7 月 2 日 (2020.7.2)

【年通号数】公開・登録公報 2020-026

【出願番号】特願 2019-560726 (P2019-560726)

【国際特許分類】

B 2 3 K 26/08 (2014.01)

B 2 3 K 26/064 (2014.01)

G 0 2 B 26/08 (2006.01)

【F I】

B 2 3 K 26/08 Z

B 2 3 K 26/064 A

G 0 2 B 26/08 E

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 4 月 15 日 (2021.4.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークピースを処理するためのレーザ型加工であって、
レーザ光を生成するように構成されたレーザ源と、
支持フレームと、
スキャンヘッドと、

前記支持フレームと前記スキャンヘッドとの間に連結される第 1 のアクチュエータであって、前記支持フレームに対して第 1 の方向に沿って前記スキャンヘッドを並進させるように配置及び構成される第 1 のアクチュエータと、

前記第 1 のアクチュエータと前記支持フレームとの間に連結される第 2 のアクチュエータであって、前記支持フレームに対して第 2 の方向に沿って前記スキャンヘッド及び前記第 1 のアクチュエータを並進させるように配置及び構成される第 2 のアクチュエータと、

伝搬経路に沿って前記レーザ光を前記レーザ源から前記スキャンヘッドに案内するように配置及び構成される複数の光学的構成要素と、

前記レーザ源と前記複数の光学的構成要素のうち第 1 のグループとにより占有される第 1 の空間を包囲するシュラウドと、

前記スキャンヘッドと前記複数の光学的構成要素のうち第 2 のグループとにより占有される第 2 の空間を包囲するシュラウドと、

前記第 1 の空間内で生成された熱を補償可能な熱管理システムと

を備え、前記複数の光学的構成要素は、

前記支持フレームに連結される第 1 のミラーと、

第 2 のミラーであって、前記第 2 のミラーが前記第 1 のミラーに対して前記第 2 の方向に沿って移動できるように、また、前記スキャンヘッドが前記第 2 のミラーに対して前記第 1 の方向に沿って移動できるように前記第 2 のアクチュエータに連結される第 2 のミラーと

を含む、

レーザ型加工ツール。

【請求項 2】

前記支持フレームの下方に配置されたワークピース位置決めアセンブリであって、前記支持フレームに対して前記ワークピースを移動可能なワークピース位置決めアセンブリをさらに備える、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 3】

プロセススペースに連結され、内部に光ポートが形成された光学部品壁をさらに備え、前記レーザ源は、前記光学部品壁の第 1 の側面に配置され、動作中に熱を生成するように構成され、

前記支持フレームは、前記光学部品壁の前記第 1 の側面とは反対側の前記光学部品壁の第 2 の側面に配置され、

前記スキャンヘッドは、前記支持フレームに連結され、

前記複数の光学的構成要素は、前記光ポートを通過して延びる伝搬経路に沿って前記レーザ光を前記レーザ源から前記スキャンヘッドに案内するように配置及び構成される、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 4】

前記熱管理システムは、前記第 2 の空間を加熱することが可能な加熱ユニットを含む、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 5】

前記熱管理システムは、前記第 1 の空間を冷却することが可能な冷却ユニットを含む、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 6】

前記熱管理システムは、前記第 1 の空間内の加熱された空気を前記第 2 の空間に移送することが可能なダクトシステムを含む、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 7】

前記第 1 の空間内に配置され、前記レーザ源が過熱してしまうことを防止することができるチラーをさらに備え、

前記チラーは、動作中に熱を生成するように構成される、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 8】

前記第 1 の空間内に配置され、前記第 2 の空間に対して前記第 1 の空間を加圧することができるポンプをさらに備え、

前記ポンプは、動作中に熱を生成するように構成される、請求項 1 のレーザ型加工ツール。

【請求項 9】

ワークピースを処理するためのレーザ型加工ツールであって、
伝搬経路に沿って伝搬可能なレーザ光を生成するように構成されるレーザ源と、
前記伝搬経路に配置されるスキャンレンズと、
前記スキャンレンズに連結される第 1 のアクチュエータであって、前記スキャンレンズを第 1 の方向に沿って移動させるように配置及び構成される第 1 のアクチュエータと、
前記スキャンレンズと前記レーザ源との間の前記伝搬経路に配置されるズームレンズとを備える、レーザ型加工ツール。

【請求項 10】

前記ズームレンズは、前記ズームレンズが前記第 1 の方向に沿って移動できるように前記第 1 のアクチュエータに連結される、請求項 9 のレーザ型加工ツール。

【請求項 11】

前記ズームレンズは、
前記伝搬経路に配置される収束レンズ素子と、
前記伝搬経路に配置される対物レンズ素子とを含み、

前記対物レンズ素子は、前記収束レンズ素子に対して移動可能である、
請求項 9 のレーザ型加工ツール。

【請求項 1 2】

前記対物レンズ素子は、発散レンズ素子を含む、請求項 11 のレーザ型加工ツール。

【請求項 1 3】

前記ズームレンズは、前記対物レンズ素子に連結されるアクチュエータをさらに含む、
請求項 11 のレーザ型加工ツール。

【請求項 1 4】

レーザ光を用いてワークピースを処理するための多軸加工ツールであって、
ワークピースのあるスポットを照射するために伝搬経路に沿って伝搬可能なレーザ光を
生成するように構成されるレーザ源と、

前記ワークピースを移動可能なワークピース位置決めアセンブリと、

前記スポットを移動可能なツールチップ位置決めアセンブリと、

前記ワークピース位置決めアセンブリと前記ツールチップ位置決めアセンブリとに連結
されるコントローラと
を備え、

前記コントローラは、前記ワークピースと前記スポットに照射する加工領域との間で一
定の速度で相対移動を生じさせるように前記ワークピース位置決めアセンブリ及び前記ツ
ールチップ位置決めアセンブリからなる群から選択される少なくとも 1 つの動作を制御可
能であり、

前記相対移動は、第 1 の軸を中心として回転移動と前記第 1 の軸とは異なる第 2 の軸に
沿った直線移動との同時移動を含む、
多軸加工ツール。

【請求項 1 5】

前記コントローラは、第 1 のプロセスツール経路セグメントに沿って、また、前記第 1
のプロセスツール経路セグメントに接する第 2 のプロセスツール経路セグメントに沿って
前記加工領域をスキャンしつつ、前記ワークピースと前記加工領域との間で一定の速度で
相対移動を生じさせるように前記ワークピース位置決めアセンブリ及び前記ツールチップ
位置決めアセンブリからなる群から選択される少なくとも 1 つの動作を制御可能であり、

前記コントローラは、前記第 1 のプロセスツール経路セグメントと前記第 2 のプロセス
ツール経路セグメントとの間で前記スポットが前記ワークピースを照射するのを防止する
ように動作可能であり、

前記スポットが前記ワークピースを照射していないときに、前記コントローラは、前記
第 1 のプロセスツール経路セグメント又は前記第 2 のプロセスツール経路セグメントでは
ない軌跡に沿って相対移動を生じさせるように前記ワークピース位置決めアセンブリ及び
前記ツールチップ位置決めアセンブリからなる群から選択される少なくとも 1 つの動作を
制御可能である、

請求項 14 に記載の多軸加工ツール。

【請求項 1 6】

ワークピースを処理するためのレーザ型加工ツールであって、

プロセスベースと、

前記プロセスベースに連結され、内部に光ポートが形成された光学部品壁と、

前記光学部品壁の第 1 の側面に配置され、動作中に熱を生成するように構成されるレー
ザ源と、

前記光学部品壁の前記第 1 の側面とは反対側の前記光学部品壁の第 2 の側面に配置され
る支持フレームと、

スキャンヘッドと、

前記支持フレーム及び前記スキャンヘッドに取り付けられ、前記支持フレームに対して
前記スキャンヘッドを移動可能なアクチュエータと、

前記光ポートを通過して延びる伝搬経路に沿ってレーザ光を前記レーザ源から前記スキ

ャンヘッドに案内するように配置及び構成される複数の光学的構成要素と、

前記レーザ源と前記複数の光学的構成要素のうち第１のグループとにより占有される第１の空間を包囲するシュラウドと、

前記スキャンヘッドと前記複数の光学的構成要素のうち第２のグループとにより占有される第２の空間を包囲するシュラウドと

を備え、

前記支持フレームは、前記アクチュエータの熱膨張係数（CTE）とは異なるCTEを有する材料から形成され、

前記光学部品壁は、前記支持フレームに取り付けられ、前記支持フレームと前記アクチュエータとの間のCTEの差から生じる熱による変形を相殺するように構成される、

レーザ型加工ツール。

【請求項１７】

レーザ光を用いてワークピースを処理するためのレーザ型多軸加工ツールであって、

前記ワークピースのスポットを照射するように伝搬経路に沿って伝搬可能なレーザ光を生成するように構成されたレーザ源と、

前記ワークピースに対して前記スポットを移動可能なツールチップ位置決めアセンブリと、

前記スポットに対して前記ワークピースを移動可能なワークピース位置決めアセンブリと、

前記ワークピース位置決めアセンブリに連結され、処理中に生成される粒子状物質を受け入れるように構成された流入口を前記ワークピース上の前記スポットが照射される位置に有する捕捉ノズルと

を備え、

前記捕捉ノズルは、前記捕捉ノズルが前記ワークピースとともに移動できるように前記ワークピース位置決めアセンブリに連結される、

レーザ型多軸加工ツール。

【請求項１８】

記ワークピースの前記捕捉ノズルとは反対側に配置されるように、前記ワークピース位置決めアセンブリに連結されたガス流噴射ノズルをさらに備える、請求項１７のレーザ型多軸加工ツール。

【請求項１９】

前記ガス流噴射ノズルは、前記ガス流噴射ノズルが前記捕捉ノズルとともに移動できるように前記ワークピース位置決めアセンブリに連結される、請求項１８のレーザ型多軸加工ツール。

【手続補正２】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００１０

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００１０】

【図１】図１は、一実施形態による多軸加工ツールを制御するための制御システムを模式的に示すブロック図である。

【図２Ａ】図２Ａ及び図２Ｂは、本発明のある実施形態によるワークピース位置決めアセンブリを模式的に示すものである。

【図２Ｂ】図２Ａ及び図２Ｂは、本発明のある実施形態によるワークピース位置決めアセンブリを模式的に示すものである。

【図３】図３は、本発明の一実施形態によるツールチップ位置決めアセンブリを模式的に示すものである。

【図４】図４は、他の実施形態による多軸加工ツールを制御するための制御システムを模式的に示すブロック図である。

【図 5】図 5 及び図 6 は、本発明のある実施形態による前処理ステージを模式的に示すブロック図である。

【図 6】図 5 及び図 6 は、本発明のある実施形態による前処理ステージを模式的に示すブロック図である。

【図 7】図 7 及び図 8 は、本発明のある実施形態による位置決めアセンブリ調整手法に関連付けられた例示的な位置及び移動を模式的に示すものである。

【図 8】図 7 及び図 8 は、本発明のある実施形態による位置決めアセンブリ調整手法に関連付けられた例示的な位置及び移動を模式的に示すものである。

【図 9】図 9、図 10 及び図 11 は、本発明の一実施形態によるズームレンズを含む光学的構成を模式的に示すものである。

【図 10】図 9、図 10 及び図 11 は、本発明の一実施形態によるズームレンズを含む光学的構成を模式的に示すものである。

【図 11】図 9、図 10 及び図 11 は、本発明の一実施形態によるズームレンズを含む光学的構成を模式的に示すものである。

【図 12】図 12 は、図 9、図 10 及び図 11 に関して述べられるように構成されるズームレンズを用いて行われる実験の結果を示すグラフである。

【図 13 A】図 13A 及び 13B は、誤差補正手法を実現するための誤差補正システムの実施形態を模式的に示すブロック図である。

【図 13 B】図 13A 及び 13B は、誤差補正手法を実現するための誤差補正システムの実施形態を模式的に示すブロック図である。

【図 14】図 14 は、一実施形態によるハイブリッド多軸加工ツールを模式的に示す斜視図である。

【図 15】図 15 は、図 14 の XV-XV' 線に沿って見たときの図 14 に示されるハイブリッド多軸加工ツールを模式的に示す部分側面図である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0073】

III. 軸方向相補的アクチュエータ及び冗長ロータリアクチュエータを有する多軸加工ツールの制御

図 4 は、一実施形態によれば、図 1 から図 3 に関して上記で例示的に述べたようなアクチュエータを含む多軸加工ツールを制御するための制御システム 400 を模式的に示すブロック図である。しかしながら、本実施形態においては、多軸加工ツールは、B 軸アクチュエータ 402、C 軸アクチュエータ 404、又は B 軸アクチュエータ 402 及び C 軸アクチュエータ 404 を付加的に含んでもよい。B 軸アクチュエータ 402 の限界周波数は、B 軸アクチュエータ 114 の限界周波数よりも高い。したがって、本明細書においては、B 軸アクチュエータ 114 を「比較的低い帯域幅の B 軸アクチュエータ」とも呼ぶことができ、本明細書においては、B 軸アクチュエータ 402 を「比較的高い帯域幅の B 軸アクチュエータ」とも呼ぶことができる。同様に、C 軸アクチュエータ 404 の限界周波数は、C 軸アクチュエータ 116 の限界周波数よりも高い。したがって、本明細書においては、C 軸アクチュエータ 116 を「比較的低い帯域幅の C 軸アクチュエータ」とも呼ぶことができ、本明細書においては、C 軸アクチュエータ 404 を「比較的高い帯域幅の C 軸アクチュエータ」とも呼ぶことができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0108

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 1 0 8 】

位置決めアセンブリ調整法は、最初に 1 以上のアクチュエータコマンド（例えば、上述した 1 組の修正済み予備アクチュエータコマンド X_prelim.' , Y_prelim.' , Z_prelim.' , B_prelim.' 及び C_prelim.' ）をそのようなアクチュエータコマンドが 1 以上の対応する予備アクチュエータコマンドとして（例えば、制御システム 100 又は 400 のような制御システムの）逆運動変換ステージ 118 及び処理ステージ 120 に入力される前に処理することにより実現することができる。したがって、図 6 を参照すると、1 以上の修正済み予備アクチュエータコマンドは、前処理ステージ（本明細書においては「位置決めアセンブリ調整処理」ステージ 600 ともいう）で処理され、別の 1 組の修正済み予備アクチュエータコマンド（すなわち、予備アクチュエータコマンド X_prelim.' , Y_prelim.' , Z_prelim.' , B_prelim.' 及び C_prelim.' ）を生成してもよい。

【 手続補正 5 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 0 9

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 0 9 】

位置決めアセンブリ調整処理ステージ 600 で、修正済み予備アクチュエータコマンド（例えば、X_prelim.' , Y_prelim.' , Z_prelim.' , B_prelim.' 及び C_prelim.' ）が解釈ないしは処理され、一連のプロセスツール経路セグメント中のあるプロセスツール経路セグメント（例えば、第 1 のプロセスツール経路セグメント）からその一連のプロセスツール経路セグメント中の別のプロセスツール経路セグメント（例えば、第 2 のプロセスツール経路セグメント）への特定の軸（例えば、X 軸、Y 軸、Z 軸、B 軸又は C 軸のいずれか）に沿った移動が、その特定の軸に関連付けられた閾値（例えば、速度、加速度、ジャーク、又はこれらを任意に組み合わせたものに関する）を超えるか否かが判断される。したがって、ある軸に関連付けられた閾値が、1 以上の他の軸に関連付けられた閾値と同一であったり、異なったりする場合があります。一般的に、特定の軸に関連付けられた閾値は、その特定の軸に関連付けられたアクチュエータの帯域幅に対応している。多軸加工ツールが特定の軸に関連付けられた 1 組の冗長アクチュエータを含んでいる場合には、その特定の軸に関連付けられた閾値は、最も高い帯域幅を有する冗長アクチュエータの組の中のアクチュエータの帯域幅に対応する。

【 手続補正 6 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 4 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 4 8 】

一般的に、レーザ源 1402 はレーザ光を生成することができる。このため、レーザ源 1402 は、パルスレーザ源、CWレーザ源、QCWレーザ源、バーストモードレーザなど、又はこれらを任意に組み合わせたものを含み得る。レーザ源 1402 が QCWレーザ源又は CWレーザ源を含む場合、レーザ源 1402 は、（例えば、1 以上のレーザパルスを生成する）QCWレーザ源又は CWレーザ源から出力されるレーザ放射のビームを時間的に変調するパルスゲートングユニット（例えば、音響光学（AO）変調器（AOM）、ビームチョッパなど）を必要に応じて含み得る。図示されていないが、多軸加工ツール 1400 は、レーザ源 1402 により出力される光の波長を変換するように構成される 1 以上の高調波発生結晶（「波長変換結晶」としても知られている）を必要に応じて含むことができる。したがって、ワークピース位置決めアセンブリ 201 によって支持されるワークピースに最終的に照射されるレーザ光は、紫外光（UV）、可視光（例えば紫色、青色、緑色、赤色など）、赤外光（IR）の範囲の電磁スペクトル、あるいはこれらを任意に組み合わせたもののうち 1 つ以上における 1 以上の波長を有するものとして特徴付けられていてもよい。UV 範囲の電磁スペクトルを有する

レーザパルスは、157nm、200nm、334nm、337nm、351nm、380nmなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の波長のような、150nm（又はその前後）から385nm（又はその前後）の範囲にある1以上の波長を有していてもよい。可視緑色範囲の電磁スペクトルを有するレーザパルスは、511nm、515nm、530nm、532nm、543nm、568nmなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の波長のような、500nm（又はその前後）から570nm（又はその前後）の範囲にある1以上の波長を有していてもよい。IR範囲の電磁スペクトルを有するレーザパルスは、700nmから1000nm、752.5nm、780nmから1060nm、799.3nm、980nm、1047nm、1053nm、1060nm、1064nm、1080nm、1090nm、1152nm、1150nmから1350nm、1540nm、2.6 μmから4 μm、4.8 μmから8.3 μm、9.4 μm、10.6 μmなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の波長のような、750nm（又はその前後）から15 μm（又はその前後）の範囲にある1以上の波長を有していてもよい。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0151

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0151】

レーザ源1402によりレーザパルスを5 kHzから1 GHzの範囲にあるパルス繰り返し率で出力することができる。しかしながら、パルス繰り返し率は、5 kHzより低くてもよく、あるいは1 GHzよりも高くてもよいことは理解できよう。このように、レーザ源1402によりレーザパルスを、5 kHz、50kHz、100kHz、175kHz、225kHz、250kHz、275kHz、500kHz、800kHz、900kHz、1 MHz、1.5MHz、1.8MHz、1.9MHz、2 MHz、2.5MHz、3 MHz、4 MHz、5 MHz、10MHz、20MHz、50MHz、70MHz、100MHz、150MHz、200MHz、250MHz、300MHz、350MHz、500MHz、550MHz、700MHz、900MHz、2 GHz、10GHzなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の値よりも高いパルス繰り返し率、これらと等しいパルス繰り返し率で出力することができる。同様に、レーザ源1402によりレーザパルスを、10GHz、2 GHz、1 GHz、900MHz、700MHz、550MHz、500MHz、350MHz、300MHz、250MHz、200MHz、150MHz、100MHz、90MHz、70MHz、50MHz、20MHz、10MHz、5 MHz、4 MHz、3 MHz、2.5MHz、2 MHz、1.9MHz、1.8MHz、1.5MHz、1 MHz、900kHz、800kHz、500kHz、275kHz、250kHz、225kHz、175kHz、100kHz、50kHz、5 kHzなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の値よりも低いパルス繰り返し率で出力することができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0158

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0158】

多軸加工ツール1400は、プロセスベース1412に連結された支持フレーム1416（例えば、ガントリ）をさらに含んでいる。支持フレーム1416は、ワークピース位置決めアセンブリ201の上方でツールチップアセンブリを支持するように構成されていてもよい。支持フレーム1416は、ワークピース位置決めアセンブリ201の両側でプロセスベース1412に連結され、ともに梁1420を支持する1対のサポート1418を含んでいてもよい。図示された実施形態においては、ツールチップ位置決めアセンブリの比較的低い帯域幅のX軸アクチュエータ102が梁1420に連結されており、これにより、支持フレーム1416によってワークピース位置決めアセンブリ201の上方でツールチップアセンブリを支持することができる。支持フレーム1416は、上述したツールチップ位置決めアセンブリ内のアクチュエータやスキャンレンズなどの構成要素をワークピース位置決めアセンブリ201により生じる振動からだけでなく、多軸加工ツール1400の外部で生じた振動から少なくとも部分的に隔離するように構成されていてもよい。したがって、一実施形態においては、支持フレーム1416のサポート1418と梁1420は、花崗岩、輝緑岩など、又はこれらを任意に組み合わせたものから

なる比較的重いブロックとして形成されていてもよい。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0165

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0165】

上述のように構成及び配置されているため、第8の折り返しミラー1406h及び第9の折り返しミラー1406iのような折り返しミラーは、レーザ光をスキャンヘッド1410及び必要に応じて比較的高い帯域幅のZ軸アクチュエータ112に案内する自由空間ビーム伝搬システムを提供する。第9の折り返しミラー1406iは、比較的低い帯域幅のX軸アクチュエータ102に取り付けられており、Z軸に沿ってスキャンヘッド1410（及び含んでいる場合には比較的高い帯域幅のZ軸アクチュエータ112）と揃えられているだけではなく、X軸に沿って第8の折り返しミラー1406hと揃えられているので、第8の折り返しミラー1406hからスキャンヘッド1410への伝搬経路の長さ構成が、比較的低い帯域幅のX軸アクチュエータ102及び/又は比較的低い帯域幅のZ軸アクチュエータ106の動作中に動的に変化し得る。これは、固定ビーム伝搬システムを有する従来のレーザ型多軸加工ツールと比べて利点となり得る。固定ビーム伝搬システムでは、レーザ型多軸加工ツールの動作中にスキャンヘッド1410を静止させる必要があり、そのような従来のレーザ型多軸加工ツールにより加工可能なワークピースのサイズが制限される。上述のように構成されているため、ワークピース位置決めアセンブリ201とツールチップ位置決めアセンブリとを組み合わせる動作させることにより、多軸加工ツール1400は、X軸、Y軸及びZ軸の最大寸法が1000mm（又は1000mm未満）×1000mm（又は1000mm未満）×750mm（又は750mm未満）である加工容積内のどこにでもツール領域を配置することが可能となる。一実施形態においては、X軸における加工容量の最大寸法は、750mm、500mm、250mm、200mm、150mmなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の値と等しくてもよく、あるいはこれらよりも短くてもよい。一実施形態においては、Y軸における加工容量の最大寸法は、750mm、500mm、250mm、200mm、150mmなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の値と等しくてもよく、あるいはこれらよりも短くてもよい。一実施形態においては、Z軸における加工容量の最大寸法は、500mm、250mm、200mm、150mmなど、あるいはこれらの値のいずれかの間の値と等しくてもよく、あるいはこれらよりも短くてもよい。さらに、上述したように構成されていれば、レーザ光は、多軸加工ツール1400の自由空間ビーム伝搬システム内で伝搬経路304に沿って空气中を伝搬することができる。これは、レーザ光をスキャンヘッド1410に伝搬するために光ファイバを用いる従来のレーザ型多軸加工ツールと比べて利点となり得る。