

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-533086

(P2010-533086A)

(43) 公表日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.  
B29C 67/00 (2006.01)F1  
B29C 67/00テーマコード (参考)  
4F213

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2010-516069 (P2010-516069)  
 (86) (22) 出願日 平成20年7月11日 (2008.7.11)  
 (85) 翻訳文提出日 平成22年3月8日 (2010.3.8)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/008547  
 (87) 国際公開番号 W02009/009137  
 (87) 国際公開日 平成21年1月15日 (2009.1.15)  
 (31) 優先権主張番号 11/827, 183  
 (32) 優先日 平成19年7月11日 (2007.7.11)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 509113977  
 ストラタシス, インコーポレイテッド  
 アメリカ合衆国 55344 ミネソタ州  
 エデン プレーリー コマース ウェイ  
 7665  
 (74) 代理人 110000578  
 名古屋国際特許業務法人  
 (72) 発明者 ホルツワース ドナルド ジェイ.  
 アメリカ合衆国 55344 ミネソタ州  
 エデン プレーリー コマース ウェイ  
 7665 ストラタシス, インコーポレ  
 イテッド内  
 Fターム(参考) 4F213 AC04 AM23 WA25 WB01 WL32  
 WL74 WL85 WL87

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄壁領域を有する3次元物体の構築方法

## (57) 【要約】

3次元物体のコンピュータ支援設計モデルを修正する方法であって、前記方法は、限界壁幅を設定することと、前記コンピュータ支援設計モデルの少なくとも1つのスライス層ポリラインを提供することと、前記少なくとも1つのスライス層ポリラインの第1および第2部分の間の第1距離を判定することと、前記第1距離が限界壁幅より小さい場合に、第2距離を提供するように、前記第1および第2部分の位置を調整することであって、前記第2距離が前記限界壁幅とほぼ等しいか、または限界壁幅よりも大きい、前記第1および第2部分の位置を調整することとを備えている。

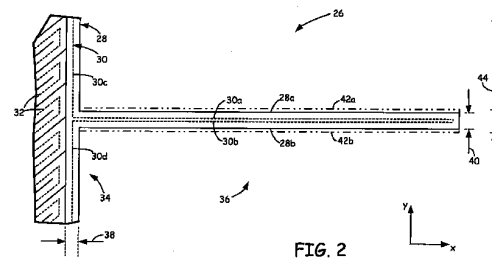


FIG. 2

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

3次元物体のコンピュータ支援設計モデルを修正する方法であって、  
前記方法は、  
限界壁幅を設定することと、

前記コンピュータ支援設計モデルの少なくとも1つのスライス層ポリラインを提供することであって、前記少なくとも1つのスライス層ポリラインが第1部分および第2部分を含む、少なくとも1つのスライス層ポリラインを提供することと、

前記第1部分と前記第2部分との間の第1距離を判定することと、

前記第1距離が前記限界壁幅より小さい場合に、前記第1部分と前記第2部分との間に第2距離を提供するように、前記第1部分および前記第2部分の位置を調整することであって、前記第2距離が前記限界壁幅とほぼ等しいか、または前記限界壁幅よりも大きい、前記第1部分および前記第2部分の位置を調整することと、

を備える方法。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の方法であって、

前記限界壁幅は、積層堆積システムから堆積される構築材料の道路幅の約 150% から前記道路幅の約 200% までの範囲である

ことを特徴とする方法。

20

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の方法であって、

前記限界壁幅は、前記道路幅の約 160% から前記道路幅の約 180% までの範囲である

ことを特徴とする方法。

**【請求項 4】**

請求項 1 に記載の方法であって、

前記限界壁幅は、道路幅とほぼ等しい

ことを特徴とする方法。

**【請求項 5】**

請求項 1 に記載の方法であって、

前記第1部分は、第1頂点を備え、

前記第2部分は、第2頂点を備え、

前記第1部分および前記第2部分の前記位置を調整することは、

前記第1頂点のための第1調整ベクトルを生成することと、

前記第2頂点のための第2調整ベクトルを生成することと、

前記第1調整ベクトルに基づいて前記第1頂点を再配置することと、

前記第2調整ベクトルに基づいて前記第2頂点を再配置することと

を備える

ことを特徴とする方法。

30

**【請求項 6】**

請求項 1 に記載の方法であって、

前記第1部分は、第1セグメントと第2セグメントと相互接続する第1頂点を備え、

前記第2部分は、第3セグメントと第4セグメントと相互接続する第2頂点を備え、

前記第1距離を判定することは、

前記第1頂点と前記第3および第4セグメントとの間の第1最短距離を判定することと

、

前記第2頂点と前記第1および第2セグメントとの間の第2最短距離を判定することとを備える

ことを特徴とする方法。

40

**【請求項 7】**

50

請求項 1 に記載の方法であって、  
さらに、

前記調整された位置に前記第 1 部分および前記第 2 部分を有する前記スライス層ポリラインに基づいて周囲ツール経路を生成すること  
を備えている方法。

【請求項 8】

3 次元物体のコンピュータ支援設計モデルを修正する方法であって、  
前記方法は、  
限界壁幅を設定することと、

前記コンピュータ支援設計モデルの少なくとも 1 つのスライス層ポリラインを提供することであって、前記少なくとも 1 つのスライス層ポリラインが複数の頂点および複数のセグメントを備える、少なくとも 1 つのスライス層ポリラインを提供することと、

前記複数の頂点のうちの第 1 頂点と、前記複数のセグメントのうちの少なくとも 1 つのセグメントとの間の第 1 距離を判定することと

前記距離が前記限界壁幅より小さい場合に、前記第 1 頂点の位置を調整することと  
を備える方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記限界壁幅は、積層堆積システムから堆積される構築材料の道路幅の関数であることを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記第 1 頂点と前記少なくとも 1 つのセグメントとの間の前記第 1 距離を判定することは、

前記第 1 頂点から所定距離内の前記複数の頂点のうちの少なくとも 1 つの第 2 頂点を探すことであって、前記第 2 頂点が前記少なくとも 1 つのセグメントに接続されている、少なくとも 1 つの第 2 頂点を探すことと、

前記第 1 頂点と前記少なくとも 1 つのセグメントとの間の最短距離を判定することと  
を備えることを特徴とする方法。

【請求項 11】

前記第 1 頂点の前記位置を調整することは、

前記限界壁幅の関数として前記第 1 頂点のための調整ベクトルを生成することと

前記調整ベクトルに基づいて前記第 1 頂点を再配置することと

を備えることを特徴とする方法。

【請求項 12】

請求項 8 に記載の方法であって、

前記限界壁幅が第 1 限界壁幅であり、

前記方法は、

さらに、

第 2 限界壁幅を設定することと、

前記距離が前記第 2 限界壁幅より小さい場合に、前記第 1 頂点の位置を調整することと  
を備える方法。

【請求項 13】

請求項 8 に記載の方法であって、

さらに、

前記調整された位置に前記第 1 頂点を有する前記スライス層ポリラインに基づいて周囲ツール経路を生成すること

を備える方法。

【請求項 14】

3 次元物体のコンピュータ支援設計モデルを修正する方法であって、

- 前記方法は、  
限界壁幅を設定することと、  
前記コンピュータ支援設計モデルの少なくとも1つのスライス層ポリラインを提供こと  
であって、前記少なくとも1つのスライス層ポリラインは、  
第1セグメントと第2セグメントとを相互接続する第1頂点と、  
第3セグメントと第4セグメントとを相互接続する第2頂点と、  
を備える、少なくとも1つのスライス層ポリラインを提供することと、  
前記第1頂点と前記第1および第2セグメントとの間の第1最短距離を判定することと  
、  
前記第2頂点と前記第3および第4セグメントとの間の第2最短距離を判定することと 10  
、  
前記第1最短距離が前記限界壁幅より小さい場合に、前記第1頂点の位置を調整することと、  
前記第2最短距離が前記限界壁幅より小さい場合に、前記第2頂点の位置を調整すること  
であって、前記調整された第1頂点と前記調整された第2頂点との間の調整された距離  
が前記限界壁幅とほぼ等しいか、または前記限界壁幅より大きい、前記第2頂点の位置を  
調整することと  
を備える方法。
- 【請求項15】 20  
請求項14に記載の方法であって、  
前記限界壁幅は、積層堆積システムから堆積される構築材料の道路幅の約150%から  
前記道路幅の約200%の範囲である  
ことを特徴とする方法。
- 【請求項16】  
請求項15に記載の方法であって、  
前記限界壁幅は、前記道路幅の約160%から前記道路幅の約180%の範囲である  
ことを特徴とする方法。
- 【請求項17】 30  
請求項14に記載の方法であって、  
前記限界壁幅は、前記道路幅とほぼ等しい  
ことを特徴とする方法。
- 【請求項18】  
請求項14に記載の方法であって、  
前記第1頂点の前記位置を調整することは、  
前記限界壁幅の関数として前記第1頂点のための第1調整ベクトルを生成することと、  
前記第1調整ベクトルに基づいて前記第1頂点を再配置することと  
を備えることを特徴とする方法。
- 【請求項19】 40  
請求項18に記載の方法であって、  
前記第2頂点の前記位置を調整することは、  
前記限界壁幅の関数として前記第2頂点のための第2調整ベクトルを生成することと、  
前記第2調整ベクトルに基づいて前記第2頂点を再配置することと  
を備えることを特徴とする方法。
- 【請求項20】 50  
請求項14に記載の方法であって、  
前記少なくとも1つのスライス層ポリラインは、第1ポリラインと、第2ポリラインと  
を備え、  
前記第1頂点は、前記第1ポリライン上に位置し、  
前記第2頂点は、前記第2ポリライン上に位置する  
ことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の詳細な説明】

【0001】

〔背景〕

本発明は、積層堆積システムを用いたコンピュータ支援設計（ＣＡＤ）モデルからの３次元（３Ｄ）物体の製造に関する。具体的には、本発明は、ＣＡＤモデルの薄壁領域の幾何学形状を修正する方法に関する。

【0002】

積層堆積システムは、 $x - y$ 平面における基板上に流動可能な構築材料を堆積させることにより、ＣＡＤモデル（例えば、ＳＴＬデータ）から３Ｄ物体を層毎に構築するのに用いられる。この構築材料は、移動可能な堆積ヘッドから一連の道路として堆積される。この場合、堆積された道路は、それ以前に堆積された構築材料に固化する。次に、基部に対する堆積ヘッドの位置は（ $x - y$ 平面に対して垂直である） $z$ 軸に沿って上昇され、この工程が複数回繰り返されて、ＣＡＤモデルに類似する３Ｄ物体が形成される。

【0003】

基部に対する堆積ヘッドの移動は、３Ｄ物体を表す構築データに従ってコンピュータ制御下で実行される。構築データは、３Ｄ物体のＣＡＤモデルを複数の水平なスライス層にスライスすることにより得られる。各スライス層は、典型的に、そのスライス層の幾何学形状を画定する１つまたは複数のポリラインを含む。各ポリラインは、直線セグメントと相互接続された複数の１次頂点によって画定される。この場合、各１次頂点は、 $x - y$ 平面内の座標点であり、一对の直線セグメント間の角偏向点を表す。次に、ホストコンピュータは、ポリラインに基づいて、各スライス層の構築材料の道路を堆積させるために、１つまたは複数のツール経路を生成する。

【0004】

典型的には、ＣＡＤモデルは、積層堆積システムが再現可能なものよりさらに詳細に３Ｄ物体の幾何学形状を表すことができる。その結果、ＣＡＤモデルは、構築動作中に、過剰充填状態等の望ましくない結果をもたらす幾何学形状を含み得る。結果として過剰充填状態となり得る１つの具体的な幾何学形状は、薄壁領域である。この場合、３Ｄ物体の壁厚は、１つのツール経路の幅より厚いが１対の隣接するツール経路の合計幅より薄い範囲内に収まる。従って、積層堆積システムを用いて３Ｄ物体を構築するときの過剰充填状態の発生リスクを低減するため、薄壁領域の幾何学形状を修正する技術が必要である。

〔概要〕

本発明は、３次元物体のＣＡＤモデルを修正する方法に関する。この方法は、限界壁幅を設定することと、ＣＡＤモデルのスライス層の少なくとも１つのポリラインを提供することとを含んでおり、少なくとも１つのポリラインは、第１部分と第２部分とを含んでいる。また、この方法は、第１部分と第２部分との間の第１距離を判定することと、第１距離が限界壁幅より小さい場合に、第１部分と第２部分との間に第２距離を提供するように第１部分および第２部分の位置を調整することも含み、第２距離は、限界壁幅とほぼ等しいか、または限界壁幅よりも大きい。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図１】本発明に係る３Ｄ物体を構築するためのアセンブリの正面図である。

【図２】薄壁領域を有するＣＡＤモデルのスライス層の概略図である。

【図３】ＣＡＤモデルから３Ｄ物体を構築する、本発明に係る方法のフローチャートである。

【図４】過剰充填状態を発生させる可能性がある薄壁領域を含むポリラインの幾何学形状を修正する方法のフローチャートである。

【図５Ａ - ５Ｋ】図２で示されたスライス層の薄壁領域の概略図であって、ポリラインの幾何学形状を修正するための図４に示された方法の作用を説明している概略図である。

【図６Ａ - ６Ｃ】収束するスパイクを形成する、スライス層の別の薄壁領域の概略図であ

10

20

30

40

50

って、図 4 に示された方法をさらに説明している概略図である。

【図 7】 2 つ以上のポリラインの間に配置された薄壁領域の幾何学形状を修正する方法のフローチャートである。

【図 8】 1 つの道路幅より狭い薄壁領域を含む C A D モデルから 3 D 物体を構築する方法のフローチャートである。

【図 9】 過剰充填状態を発生する可能性のある薄壁領域、および / または 1 つの道路幅よりも狭い薄壁領域を含む C A D モデルから 3 D 物体を構築する方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 6 】

10

[ 詳細な説明 ]

図 1 は、3 D 物体を構築するための本発明に係るアセンブリ 1 0 の正面図である。アセンブリ 1 0 は、積層堆積システム 1 2、コントローラ 1 4、およびホストコンピュータ 1 6 を含んでおり、積層堆積システム 1 2 は、積層堆積技術を用いて 3 D 物体を構築するシステムである。積層堆積システム 1 2 に好適なシステムとしては、押出による積層堆積システム（例えば、ミネソタ州エデンプレーリーのストラタシス社によって開発された溶融堆積モデリングシステム）などのような、構築材料の道路を堆積させて 3 D 物体を層毎に構築するシステムが含まれる。

【 0 0 0 7 】

図示のように、積層堆積システム 1 2 は、構築室 1 8、堆積ヘッド 2 0、および基部 2 2 を含む。構築室 1 8 は、供給される構築材料で 3 D 物体（3 D 物体 2 4 と称する）を構築するための、堆積ヘッド 2 0 と基部 2 2 とを含む構築環境である。コントローラ 1 4 は、ホストコンピュータ 1 6 により供給される構築データに基づいて堆積ヘッド 2 0 および基部 2 2 の動作を指示する。また、コントローラ 1 4 は、構築材料（および支持材料）を選択的に堆積させるように堆積ヘッド 2 0 の堆積パターンも指示することで、基部 2 2 上に 3 D 物体 2 4（および任意の付随する支持構造）を構築する。

20

【 0 0 0 8 】

ホストコンピュータ 1 6 は、コントローラ 1 4 を介して積層堆積システム 1 2 と相互作用して 3 D 物体 2 4 を構築するコンピュータベースのシステムである。ホストコンピュータ 1 6 は、3 D 物体 2 4 に対応する（図示しない）C A D モデルから構築データを生成し、この構築データをコントローラ 1 4 に転送する。多くの状況では、この C A D モデルは、積層堆積システム 1 2 が再生可能なものより詳細な幾何学形状（例えば、1 つまたは複数の薄壁領域）を有し得る。C A D モデルがより詳細な幾何学形状を有し得ることで、構築動作中に 3 D 物体 2 4 の対応する部分を過剰充填するリスクが増大し得る。しかしながら、後述するように、ホストコンピュータ 1 6 は、本発明に従って C A D モデルの幾何学形状を修正し、過剰充填状態が発生するリスクを低減する。

30

【 0 0 0 9 】

説明を容易にするため、本発明の以下の説明は、アセンブリ 1 0 の構成要素（例えば、ホストコンピュータ 1 6）を参照して行われる。しかしながら、本発明は、アセンブリ 1 0 の特定の構成に限定されることは意図されておらず、様々な異なるコンピュータベースのシステムおよび積層堆積システムを用いて実施され得る。例えば、ホストコンピュータ 1 6 は、あるいは、C A D モデルの幾何学形状を修正する 1 つまたは複数の遠隔配置コンピュータ・システムであってもよい。本実施形態では、得られた構築データは、次に、ホストコンピュータ 1 6 から、コントローラ 1 4 を介して積層堆積システム 1 2 と通信する（図示しない）第 2 コンピュータ・システムに供給される。さらに、物体 2 4 の幾何学形状は単なる例示にすぎず、本発明は様々な異なる幾何学設計を有する C A D モデルおよび 3 D 物体に用いるのに好適であることが理解される。

40

【 0 0 1 0 】

図 2 は、（図 1 に示された）ホストコンピュータ 1 6 によって生成された C A D モデルのスライス層である層 2 6 の概略図であり、この C A D モデルは、（図 1 に示された）積

50

層堆積システム 12 を用いて構築される (図 1 に示された) 3D 物体 24 に対応している。層 26 は、ポリライン 28、周囲ツール経路 30、およびラスターツール経路 32 を含む。ポリライン 28 は、 $x-y$  平面に配置された周囲幾何学形状であり、層 26 において 3D 物体 24 の外面を画定する。ポリライン 28 内の領域は、構築動作中に構築材料で充填されることになる層 26 の部分であり、バルク領域 34 と薄壁領域 36 とに分割される。

#### 【0011】

CAD モデルが複数の層 (例えば、層 26) にスライスされ、ポリライン 28 が特定された後、ホストコンピュータ 16 は、層 26 の、周囲ツール経路 30 とラスターツール経路 32 とを生成する。周囲ツール経路 30 及びラスターツール経路 32 は、構築材料を堆積させる間に (図 1 に示された) 堆積ヘッド 20 が辿ることになる堆積パターンを画定する。周囲ツール経路 30 およびラスターツール経路 32 は、積層堆積システム 12 から堆積される構築材料の道路の予測幅である道路幅 38 に基づいて生成される。道路幅 38 は、構築材料の特性、使用する積層堆積システムのタイプ、堆積条件、堆積先端部の寸法、およびこれらの組み合わせ等の様々な要因に左右され得る。例えば、溶融堆積モデリングシステムの道路幅 38 の好適な幅は、約 250 マイクロメートル (約 10 ミル (mil)) ~ 約 510 マイクロメートル (約 20 ミル) の範囲である。

#### 【0012】

周囲ツール経路 30 は、ポリライン 28 に対して内側にずれた位置、即ち、道路幅 38 の約二分の一の距離離れて生成される。周囲ツール経路 30 は、副経路 30a ~ 30d にさらに分けられ、ツール副経路 30a および 30b は、薄壁領域 36 に位置し、副経路 30c および 30d は、バルク領域 34 に位置する。副経路 30c および 30d は、道路幅 38 と等しい幅を有する単一のツール経路としてバルク領域 34 の周囲を画定する。次に、ラスターツール経路 32 が副経路 30c および 30d に対して内側にずれた位置で生成され、バルク領域 34 を充填する。図示のように、副経路 30c および 30d とラスターツール経路 32 とは、どのツール経路も重複することなく、バルク領域 34 を実質的に充填するのに十分な空間を残して生成され得る。したがって、バルク領域 34 は、積層堆積システム 12 が副経路 30c および 30d とラスターツール経路 32 とに基づいて構築材料の道路を堆積させるときに過剰充填するリスクを最小限に抑える。

#### 【0013】

これに対し、副経路 30a および 30b は、取り囲む形で薄壁領域 36 の周囲を画定し、一对のツール副経路 (即ち、副経路 30a および 30b) は、相互に隣り合って生成される。薄壁領域 36 の壁幅が道路幅 38 の 2 倍である場合には、副経路 30a および 30b は、どのツール経路も重なり合わずに薄壁領域 36 を実質的に充填するのに十分な空間を残して生成され得る。しかしながら、薄壁領域 36 におけるポリライン 28 の複数の平行なセグメント (セグメント 28a および 28b と称する) は、 $y$  軸に沿って壁幅 40 で分離されており、壁幅 40 は、道路幅 38 より大きい (即ち、構築材料の 1 つの道路より大きい) が、道路幅 38 の 2 倍より小さい (即ち、構築材料の 1 対の隣接する道路より小さい) 範囲に収まる。したがって、薄壁領域 36 で周囲ツール経路 30 が取り囲む形で生成される場合、副経路 30a および 30b は重複する。このように重複することにより、堆積された構築材料の道路が 3D 物体 24 の対応する領域を過剰充填する可能性があるため、結果として、部分的に品質が低下したり、堆積ヘッド 20 が損傷する可能性がある。

#### 【0014】

過剰充填状態が発生するリスクを軽減する 1 つの技術は、重複するツール経路の 1 つを除去すること (例えば、副経路 30b を除去すること) を含む。重複するツール経路の 1 つを除去することにより、副経路 30a および 30b のいかなる重複も排除される。しかしながら、ツール経路の 1 つを除去すると、薄壁領域 36 の壁幅が道路幅 38 まで縮小されるので、薄壁領域 36 の強度が低下する。しかしながら、本発明によれば、薄壁領域 36 の幾何学形状が修正され、薄壁領域 36 で過剰充填状態が発生するリスクが軽減され得る。具体的には、ポリライン 28 のセグメント 28a および 28b は、(極めて細い線で

10

20

30

40

50

示されている)調整されたセグメント42aおよび42bの位置に調整され得るので、薄壁領域36の調整された壁幅(調整された壁幅44と称する)は、“限界壁幅”とほぼ等しいか、または“限界壁幅”より大きい。

#### 【0015】

図3は、少なくとも1つの薄壁領域(例えば、図2に示された薄壁領域36)を有するCADモデルから3D物体(例えば、図1に示された3D物体24)を構築する方法46のフローチャートである。方法46は、工程48~68を含み、最初に、積層堆積システム(例えば、図1に示された積層堆積システム12)のために“限界壁幅”を設定することを含む(工程48)。本実施形態では、限界壁幅は、一对の隣接する構築材料の道路が実質的な過剰充填を生じることなく堆積され得る最小壁幅であり、積層堆積システムから堆積される構築材料の予測される道路幅に基づいている(例えば、図2に示された道路幅38)。

#### 【0016】

上述のように、2倍の道路幅と等しい壁幅は、重複することなく、構築材料の一对の隣接する道路で構築することができる。このように、この壁幅を有するポリラインは、いかなる幾何学的修正も必要としない。したがって、1つの実施形態では、限界壁幅が、道路幅の約200%か、または約200%未満である。積層堆積システム及び構築条件次第で、道路幅の約150%までの壁幅も実質的な過剰充填状態を発生することなく用いられ得る。しかしながら、道路幅の約150%を下回ると、堆積された構築材料の重複する道路が3D物体の対応する領域を実質的に過剰充填し始める。したがって、好適な限界壁幅の例は、道路幅の約150%~約200%の範囲であり、特に好適な限界壁幅は、道路幅の約160%~180%の範囲である。例えば、約510マイクロメートル(約20ミル)の道路幅で構築材料を堆積させるように構成された溶融堆積モデリングシステムの場合、好適な限界壁幅は、約860マイクロメートル(約34ミル)(即ち、道路幅の約170%)である。

#### 【0017】

限界壁幅がいったん設定されると、(図1に示された)ホストコンピュータ16は、その限界壁幅に基づいて薄壁領域(例えば、薄壁領域36)の幾何学形状を修正し、過剰充填状態を発生するリスクを低減し得る。限界壁幅はまた、後に行われる様々な計算のベースとなる所定値として用いることもできる。限界壁幅を所定値として用いることにより、限界壁幅の変化に応じて計算結果を変化させることができるので、様々な異なる積層堆積システムおよび構築条件で方法46を実行することができる。層26に関する以下の説明では、積層堆積システム12の限界壁幅は、道路幅38の170%と仮定されている。

#### 【0018】

次に、CADモデルを複数のスライス層(例えば、層26)にスライスすると、各スライス層が1つまたは複数のポリラインを含んでいる(工程50)。次に、ホストコンピュータ16は、第1スライス層を選択して、分析を行い(工程52)、選択されたスライス層の1つまたは複数のポリラインの座標を特定する(工程54)。次に、特定された1つまたは複数のポリラインを分析して、1つまたは複数のポリラインの隣接する部分(例えば、図2に示されたセグメント28aおよび28b)間の距離を判定する(工程56)。別の実施形態では、工程48における限界壁幅の決定は、選択された第1スライス層に対する工程50~56のうちの1つまたは複数の後に行ってもよい。

#### 【0019】

次に、ホストコンピュータ16は、隣接する部分間の距離が限界壁幅より小さいか否かを判定する(工程58)。層26に関する本例では、積層堆積システム12の限界壁幅は、道路幅38の170%である。これに対し、(図2に示された)壁幅40は、道路幅38の約125%であり、限界壁幅よりも小さい。したがって、ホストコンピュータ16は、次に、1つまたは複数のポリラインの隣接する部分の位置を調整して、部分間の調整された壁幅を、限界壁幅とほぼ等しくするか、または限界壁幅よりも大きくする(工程60)。図2に示された例では、工程60は、セグメント28aおよび28bの位置を(図2

に示された)調整されたセグメント42aおよび42bの位置に調整することを含んでおり、調整されたセグメント42aおよび42b間の(図2に示された)調整された壁幅44は、限界壁幅とほぼ等しいか、または限界壁幅よりも大きい。

#### 【0020】

次に、ホストコンピュータ16は、調整された部分を有する1つまたは複数のポリラインに基づいて現在のスライス層の1つまたは複数の周囲ツール経路を生成する(工程62)。また、バルク領域(例えば、図2に示されたバルク領域34)を充填するために、ラスターツール経路(例えば、図2に示されたラスターツール経路32)も生成されてもよい。次にホストコンピュータ16は、現在のスライス層が、薄壁形状を分析すべきCADモデルの最後のスライス層であるか否かを判定する(工程64)。最後のスライス層でない場合には、ホストコンピュータ16は、CADモデルの次のスライス層に進み(工程66)、残りの各スライス層に関して工程54~62を繰り返す。残りの各スライス層に関して工程54~62を繰り返すことにより、CADモデルの各スライス層における薄壁領域の幾何学形状が修正される。最後のスライス層が分析されると(工程64)、次にホストコンピュータ16は、対応する構築データを(図1に示された)コントローラ14に転送して、積層堆積システム12を用いて3D物体24を構築する(工程68)。各スライス層の1つまたは複数のポリラインの各部分は、限界壁幅とほぼ等しい(または限界壁幅よりも大きな)距離だけ分離されているため、3D物体24の対応する領域を実質的に過剰充填することなく構築材料の道路は堆積される。3D物体24の対応する領域を実質的に過剰充填することなく構築材料の道路が堆積されることにより、3D物体24の品質が保持され、堆積ヘッド20を損傷するリスクが低減される。

10

20

#### 【0021】

図4および図5A~5Kは、薄壁領域を含むポリラインの幾何学形状を修正する(図3に示された)方法46の工程56~60を実行するために好適な技術を図示している。図4は、方法70のフローチャートであり、方法70は工程72~93を含み、最初にポリライン(例えば、図1に示されたポリライン28)に沿って2次頂点を生成すること(工程72)を含んでいる。上述のように、CADモデルのスライス層から生成されたポリラインは、1次頂点で相互接続された複数の直線セグメントを含んでおり、各1次頂点は、一对の直線セグメント間の角偏向点を表している。工程72により、(図1に示された)ホストコンピュータ16は、直線セグメントと同一線上にある2次頂点をさらに生成する。これらの2次頂点は、ポリラインの直線セグメントを副セグメントに分割し、ポリラインの幾何学形状を修正する可能性のあるポイントを提供する。

30

#### 【0022】

次にホストコンピュータ16は、一連の1次頂点および2次頂点から初期試験頂点を選択し(工程74)、試験頂点に隣接するさらなる頂点を探す(工程76)。これらの隣接する頂点は、過剰充填状態の可能性を示し得る。隣接する頂点が見つからなければ(工程78)、次にホストコンピュータ16は、現在の試験頂点がポリライン上の一連の頂点の中で最後の頂点であるか否かを判定する(工程80)。最後の頂点でない場合には、ホストコンピュータ16は、次に、一連の頂点の中の次の頂点に進み(工程82)、この次の試験頂点に隣接するさらなる頂点を探す(工程76)。隣接する頂点が見つかった場合(工程78)には、ホストコンピュータ16は、次に、隣接する頂点の各側面上に位置する副セグメントを特定し(工程84)、特定された副セグメントと現在の試験頂点との間の最短距離を判定する(工程86)。

40

#### 【0023】

次にホストコンピュータ16は、特定された副セグメントと現在の試験頂点との間の最短距離が限界壁幅より小さいか否かを判定する(工程88)。限界壁幅より小さくない場合には、ホストコンピュータ16は、次に、上述のように、現在の試験頂点がポリライン上の一連の頂点の中の最後の頂点であるか否かを判定する(工程80)。しかしながら、特定された副セグメントと現在の試験頂点との間の最短距離が限界壁幅よりも小さい場合には、ホストコンピュータ16は、次に、現在の試験頂点に対して“調整ベクトル”を生

50

成する（工程 90）。後述するように、調整ベクトルによって、現在の試験頂点（および付随するポリライン副セグメント）の位置の調整が可能となる。調整ベクトルの生成後、ホストコンピュータ 16 は、上述のように、現在の試験頂点がポリライン上の一連の頂点の中の最後の頂点であるか否かを判定する（工程 80）。

#### 【0024】

次に、ポリライン上の一連の各頂点が分析されるまで工程 76～82 が繰り返される。一連の頂点の中の最後の頂点が分析されると、次にホストコンピュータ 16 は、生成された調整ベクトルに基づいて試験頂点の各位置を調整する（工程 92）。特定の頂点に調整ベクトルが生成されていない場合には、その頂点の位置は調整されない。各頂点の位置が調整されると、（方法 46 の工程 60 により）それに対応してポリラインの各セグメントの位置が調整される。各試験頂点の位置が調整された後、続いて、同一線上の副セグメント上に配置された頂点が全て除去され、構築データに必要なデータ座標の数を減少させる（工程 93）。

#### 【0025】

図 5A～5K は、（図 2 に示された）薄壁領域 36 の概略図であり、（図 4 に示された）方法 70 の層 26 への適用を図示している。図 5A に示されるように、ポリライン 28 は、1 次頂点 94, 96, 98 および 100 を含み、これら 1 次頂点 94, 96, 98 および 100 は、ポリライン 28 の角偏向点である。したがって、セグメント 28a は、1 次頂点 94 および 96 の間に配置され、セグメント 28b は、1 次頂点 98 および 100 の間に配置され、セグメント 28c は、1 次頂点 96 および 100 の間に配置される。

#### 【0026】

方法 70 の工程 72 により、（図 1 に示された）ホストコンピュータ 16 は、ポリライン 28 に沿って 2 次頂点を生成し、これらの 2 次頂点には、セグメント 28a に沿った 2 次頂点 102a～102c と、セグメント 28b に沿った 2 次頂点 104a～104c とが含まれている。これら 2 次頂点により、セグメント 28a は副セグメント 106a～106d に分割され、セグメント 28b は副セグメント 108a～108d に分割される。さらに、ホストコンピュータ 16 は、バルク領域 34 において 2 次頂点 110 および 112 を生成し、バルク領域 34 では、2 次頂点 110 がポリライン 28 を副セグメント 114a と 114b とに分割し、2 次頂点 112 がポリライン 28 を副セグメント 116a と 116b とに分割している。ポリライン 28 の全周にわたって同様の 2 次頂点が生成される。

#### 【0027】

生成される 2 次頂点の数は、所定の“頂点間隔”に基づくのが望ましく、この“頂点間隔”は限界壁幅の関数として導出されてもよい。好適な頂点間隔の例は、限界壁幅の約 100%～約 600%、特に好適な頂点間隔は、限界壁幅の約 300%～約 600% の範囲である。限界壁幅の約 100% 未満の頂点間隔は、かなりの量の計算が必要となるので、構築データを生成するために必要な時間が増加する。反対に、限界壁幅の約 600% より大きい頂点間隔は、ポリライン 28 の幾何学形状を適切に修正するために必要な細部を低減する。

#### 【0028】

1 つの実施例では、セグメント 28a の長さを測定し、その長さを頂点間隔で除算し、得られた数値を最も近似する整数に繰り下げることにより、2 次頂点 102a～102c が生成される。同様に、セグメント 28b の長さを測定し、その長さを頂点間隔で除算し、得られた数値を最も近似する整数に繰り下げることにより、2 次頂点 104a～104c が生成される。図 5A で示された例では、1 次頂点 94 および 96 と、2 次頂点 102a～102c とは、セグメント 28a に沿って限界壁幅の約 400% の頂点間隔で分割されており、1 次頂点 98 および 100 と、2 次頂点 104a～104c とは、セグメント 28b に沿って限界壁幅の約 400% の頂点間隔で分割されている。これに対して、セグメント 28c の長さは、限界壁幅の 100% 未満である。その結果、セグメント 28c に沿って 2 次頂点は生成されない。

## 【 0 0 2 9 】

ポリライン 2 8 のセグメント（例えば、セグメント 2 8 a）の長さを除算して、得られた数値を最も近似する整数に繰り下げる場合、1 次頂点の比較的近くに 2 次頂点が生成される場合もあり得る。このため、（方法 7 0 の工程 9 2 により）頂点を調整する際、ポリライン 2 8 の当初の幾何学形状が実質的に歪み得る。その結果、好ましい実施形態では、1 次頂点から一定の距離内には 2 次頂点は生成されず、ポリライン 2 8 の当初の幾何学形状は保護される。ポリライン 2 8 に沿った 1 次頂点と 2 次頂点との間の好適な最小間隔の例には、頂点間隔の少なくとも約 2 0 % の間隔が含まれている。あるいは、限界壁幅の関数として、1 次頂点と 2 次頂点との間の最小間隔を測定してもよい。上述の特に好適な頂点間隔に関し、ポリライン 2 8 に沿った 1 次頂点と 2 次頂点との間の好適な最小間隔の例には、限界壁幅の少なくとも約 1 1 0 % の間隔が含まれる。

10

## 【 0 0 3 0 】

図 5 B は、2 次頂点 1 0 2 a ~ 1 0 2 c , 1 0 4 a ~ 1 0 4 c , 1 1 0 および 1 1 2 が生成された後の薄壁領域 3 6 を図示している。方法 7 0 の工程 7 4 により、ホストコンピュータ 1 6 は、最初の試験頂点を選択して分析を行う。最初の試験頂点は、ポリライン 2 8 に沿ったあらゆる 1 次または 2 次頂点から選択されてもよい。このように、説明を容易にするため、本例では最初の試験頂点として 1 次頂点 9 4 が選択されている。次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 7 6 により、1 次頂点 9 4 に隣接するさらなる頂点を探す。1 つの実施形態では、1 次頂点 9 4 の周囲に試験ボックス 1 1 8 を形成することにより頂点を探し、テキストボックス 1 1 8 により、ホストコンピュータ 1 6 は過剰充填状態の可能性を示す任意の頂点を効率的に通知することが可能になる。

20

## 【 0 0 3 1 】

試験ボックス 1 1 8 の寸法は、所望の分析範囲により変化してもよく、また限界壁幅の関数として算出されてもよい。試験ボックス 1 1 8 の好適な寸法の例には、限界壁幅の約 4 0 0 % ~ 約 8 0 0 % の範囲の壁長が含まれ、試験ボックスは 1 次頂点 9 4 を中心としている。図 5 B に示された例では、試験ボックス 1 1 8 は 1 次頂点 9 4 を中心とし、限界壁幅の約 6 0 0 %（即ち、1 次頂点 9 4 から各方向における限界壁幅の約 3 0 0 %）の壁長を有している。別の実施形態では、試験ボックス 1 1 8 は、異なる形状（例えば、1 次頂点 9 4 を中心とする円形の試験ボックス）を有する試験ボックスと置き換えてもよい。

## 【 0 0 3 2 】

30

次にホストコンピュータ 1 6 は、試験ボックス 1 1 8 内のさらなる頂点を探す。1 つの実施例では、ホストコンピュータ 1 6 は所定の範囲（例えば、限界壁幅の 2 1 0 %）内でポリライン 2 8 において試験頂点と同じセグメント上に位置する頂点を無視する。これにより、各頂点の選択は、隣接するセグメント上に位置する頂点に限定される。方法 7 0 の工程 7 8 により、ホストコンピュータ 1 6 は、試験ボックス 1 1 8 内の 1 次頂点 9 8 を見つける。その結果、次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 4 により、1 次頂点 9 8 の副セグメントを特定する。ポリライン 2 8 に沿った各頂点は、所定の頂点とその頂点のいずれかの側に位置する頂点との間に延在する一対の副セグメントの一部である。したがって、1 次頂点 9 8 については、特定された副セグメントは、副セグメント 1 0 8 a および 1 1 6 a である。

40

## 【 0 0 3 3 】

次に方法 7 0 の工程 8 6 により、1 次頂点 9 4（即ち、現在の試験頂点）と副セグメント 1 0 8 a および 1 1 6 a との間の最短距離を判定する。本例では、最短距離は 1 次頂点 9 4 と 1 次頂点 9 8 との間にそのまま位置する（線 1 2 0 で表される）。別の例では、現在の試験頂点は、特定された隣接する頂点からずれていてもよい。これらの別の例では、隣接する副セグメントの 1 つに沿った点が現在の試験頂点に最短距離を提供するであろう。

## 【 0 0 3 4 】

方法 7 0 の工程 8 8 により、次にホストコンピュータ 1 6 は、最短距離が限界壁幅より小さいか否かを判定する。本例では、（線 1 2 0 に沿った）1 次頂点 9 4 と 1 次頂点 9 8

50

との間の距離は、壁幅 40 と等しく、(図 1 に示された)道路幅 38 の 125% である。道路幅 38 の 125% は、本例では道路幅 38 の 170% である限界壁幅よりも小さい。その結果、方法 70 の工程 90 により、ホストコンピュータ 16 は、1 次頂点 94 に対して調整ベクトル 122 を生成し、調整ベクトル 122 は、1 次頂点 94 (即ち、現在の試験頂点) から線 120 と同一線上の 1 次頂点 98 から離れる方向に延在する。

【0035】

調整ベクトル 122 は、1 次頂点 94 および 98 を組み合わせて調整された位置が、限界壁幅とほぼ等しいか、あるいは限界壁幅より大きい、調整された距離を提供するような強度を有することが望ましい。後述するように、方法 70 はポリライン 28 に沿った各頂点に対して実行されるため、1 次頂点 98 も(図 5B に示されていない)調整ベクトルを有することになり、調整ベクトル 122 と 1 次頂点 98 の調整ベクトルとの合計した強度により、限界壁幅とほぼ等しいか、あるいは限界壁幅より大きい、調整された距離に 1 次頂点 94 および 98 が配置される。したがって、1 つの実施例では、各調整ベクトルの強度は方程式 1 により計算される：

【0036】

【数 1】

$$\text{強度}_{\text{調整ベクトル}} \geq \frac{(\text{限界壁幅} - \text{最短距離})}{2}$$

【0037】

方程式 1 により、調整ベクトル 122 の強度は、限界壁幅と線 120 の長さとの差の半分であり、限界壁幅は道路幅 38 の 170% に等しく、且つ線 122 の長さは道路幅 38 の 125% である。この結果、道路幅 38 の 22.5% の強度となる。ホストコンピュータ 16 が必要とする計算回数が低減された別の実施形態では、各調整ベクトルの強度は、所定値として、即ち限界壁幅の少なくとも約二分の一として設定される。

【0038】

図 5C は、1 次頂点 94 に関して、調整ベクトル 122 が生成された後の薄壁領域 36 を図示している。次にホストコンピュータ 16 は、方法 70 の工程 80 により、1 次頂点 94 がポリライン 28 に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。まだ分析されていないさらなる頂点がポリライン 28 に沿って存在するため、ホストコンピュータは、方法 70 の工程 82 により、次の試験頂点に進む。本例では、一連の頂点の中で次の頂点は、2 次頂点 102a である。次にホストコンピュータ 16 は、1 次頂点 94 に関して上述した方法と同様に、2 次頂点 102a に関して方法 70 の工程 76 ~ 90 を繰り返す。したがって、方法 70 の工程 76 により、ホストコンピュータ 16 は、2 次頂点 102a の周囲に試験ボックス 124 を生成し、試験ボックス 124 内のさらなる頂点を探す。方法 70 の工程 78 により、ホストコンピュータ 16 は、試験ボックス 124 内の 2 次頂点 104a を見つける。その結果、方法 70 の工程 84 により、ホストコンピュータ 16 は次に、副セグメント 108a および 108b を 2 次頂点 104a と隣接していると特定する。

【0039】

次にホストコンピュータ 16 は、方法 70 の工程 86 により、2 次頂点 102a と副セグメント 108a および 108b との間の最短距離を判定する。本例では、最短距離は、2 次頂点 102a と 2 次頂点 104a との間にそのまま位置する(線 126 で表されている)。方法 70 の工程 88 により、次にホストコンピュータ 16 は、この最短距離が限界壁幅より小さいか否かを判定する。本例では、2 次頂点 102a と 2 次頂点 104a との間の距離は壁幅 40 にも等しく、上述のように限界壁幅よりも小さい。その結果、ホストコンピュータ 16 は、2 次頂点 102a に対する調整ベクトル 128 を生成し、調整ベクトル 128 は、2 次頂点 102a から線 126 と実質的に同一線上の 2 次頂点 104a から離れる方向に延在する。セグメント 28a および 28b は平行であるため、調整ベクトル 128 は、調整ベクトル 122 の強度と等しい強度(即ち、道路幅 38 の 22.5%)

を有する。

【 0 0 4 0 】

図 5 D は、2 次頂点 1 0 2 b および 1 0 2 c に対して調整ベクトル 1 3 0 および 1 3 2 がそれぞれ生成された後の薄壁領域 3 6 を図示している。調整ベクトル 1 3 0 および 1 3 2 は、調整ベクトル 1 2 8 に関して上述した方法と同様にして、方法 7 0 の工程 7 6 ~ 9 0 を繰り返すことにより生成される。次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 0 により、2 次頂点 1 0 2 c がポリライン 2 8 に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。まだ分析していないさらなる頂点がポリライン 2 8 に沿って存在するため、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 2 により、次の試験頂点に進む。本例では、一連の頂点の中の次の頂点は 1 次頂点 9 6 である。したがって、方法 7 0 の工程 7 6 , 7 8 および 8 4 により、ホストコンピュータ 1 6 は、1 次頂点 9 6 の周囲に試験ボックス 1 3 4 を生成して、試験ボックス 1 3 4 内の 1 次頂点 1 0 0 を見つけ、セグメント 2 8 c および副セグメント 1 0 8 d を 1 次頂点 1 0 0 に隣接していると特定する。

10

【 0 0 4 1 】

図示のように、セグメント 2 8 c は、1 次頂点 9 6 と 1 0 0 との間に配置されたポリライン 2 8 のセグメント部分であり、方法 7 0 の工程 8 6 に例外を提供する。この場合、ホストコンピュータ 1 6 が 1 次頂点 9 6 とセグメント 2 8 c / 副セグメント 1 0 8 d との間の最短距離を判定するときに、ホストコンピュータ 1 6 は、現在の試験頂点（即ち、1 次頂点 9 6）と接続するあらゆるセグメントを除外する。このようなセグメントを除外しなければ、方法 7 0 の工程 8 6 で判定される最短距離は事実上 0（ゼロ）となる。したがって、本例では、最短距離は、1 次頂点 9 6 と 1 0 0 との間にそのまま位置する（セグメント 2 8 c と重複する線 1 3 6 で表されている）。

20

【 0 0 4 2 】

方法 7 0 の工程 8 8 により、次にホストコンピュータ 1 6 は、この最短距離が限界壁幅より小さいと判定する。その結果、1 つの実施例では、ホストコンピュータ 1 6 は、1 次頂点 9 6 に対する（破線で示されている）調整ベクトル 1 3 8 を生成してもよく、調整ベクトル 1 3 8 は、1 次頂点 9 6 から線 1 3 6 と実質的に同一線上の 1 次頂点 1 0 0 から離れる方向に延在し、調整ベクトル 1 2 2 , 1 2 8 , 1 3 0 および 1 3 2 の強度と等しい強度を有する。しかしながら、上述のように、ホストコンピュータ 1 6 は、所定の範囲内（例えば、限界壁幅の 2 1 0 %）で試験頂点と同じポリライン 2 8 のセグメント上に位置するあらゆる頂点を無視することが望ましいので、頂点の選択は、隣接するセグメント上に位置する頂点に制限される。本例では、1 次頂点 1 0 0 は、1 次頂点 9 6 と同じポリライン 2 8 のセグメント（即ち、セグメント 2 8 c）上に位置しており、且つ限界壁幅の 2 1 0 % 以内である。したがって、本実施形態では、ホストコンピュータ 1 6 は、1 次頂点 9 6 に対する調整ベクトル 1 3 8 を生成しない。

30

【 0 0 4 3 】

図 5 E は、1 次頂点 9 6 を分析した後の薄壁領域 3 6 を図示している。次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 0 により、1 次頂点 9 6 がポリライン 2 8 に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。まだ分析されていないさらなる頂点がポリライン 2 8 に沿って存在するため、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 2 により、1 次頂点 1 0 0 に進む。方法 7 0 の工程 7 6 , 7 8 および 8 4 により、次にホストコンピュータ 1 6 は、1 次頂点 1 0 0 の周囲に試験ボックス 1 4 0 を生成して、試験ボックス 1 4 0 内に 1 次頂点 9 6 を見つけ、セグメント 2 8 c および副セグメント 1 0 2 d を 1 次頂点 9 6 と隣接していると特定する。

40

【 0 0 4 4 】

上述のように、ホストコンピュータ 1 6 は、現在の試験頂点（即ち、1 次頂点 1 0 0）と接続するあらゆるセグメントを除外するのが好ましい。したがって、本例では、セグメント 2 8 c が除外され、最短距離は、1 次頂点 9 6 と 1 0 0 との間にそのまま位置する（セグメント 2 8 c と重複する線 1 4 2 で表されている）。方法 7 0 の工程 8 8 により、次にホストコンピュータ 1 6 は、この最短距離が限界壁幅より小さいと判定する。その結果

50

、1つの実施形態では、ホストコンピュータ16は、1次頂点100に対して（隠線で示されている）調整ベクトル144を生成してもよく、調整ベクトル144は、1次頂点100から線142と実質的に同一線上の1次頂点96から離れる方向に延在し、（図5Dに示された）調整ベクトル138の強度と等しい強度を有している。しかしながら、調整ベクトル138に関して上述したように、1次頂点96は、1次頂点100と同じポリライン28のセグメント（即ち、セグメント28c）上に位置しており、且つ限界壁幅の210%以内である。したがって、本実施形態では、ホストコンピュータ16は、1次頂点100に対して調整ベクトル144を生成しない。

#### 【0045】

図5Fは、1次頂点100を分析した後の薄壁領域36を図示している。次にホストコンピュータ16は、方法70の工程80により、1次頂点100がポリライン28に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。まだ分析されていないさらなる頂点がポリライン28に沿って存在するため、ホストコンピュータ16は、方法70の工程82により、2次頂点104cに進む。方法70の工程76, 78および84により、次にホストコンピュータ16は、2次頂点104cの周囲に試験ボックス146を生成して、試験ボックス146内の2次頂点102cを見つけ、副セグメント106cおよび106dを2次頂点102cと隣接していると特定する。

#### 【0046】

次にホストコンピュータ16は、方法70の工程86により、2次頂点104cと副セグメント106cおよび106dとの間の最短距離を判定する。本例では、最短距離は、2次頂点102cと2次頂点104cとの間にそのまま位置している（線148で表されている）。方法70の工程88により、次にホストコンピュータ16は、最短距離が限界壁幅より小さいか否かを判定する。本例では、2次頂点102cと2次頂点104cとの間の距離は、壁幅40にも等しく、限界壁幅より小さい。その結果、ホストコンピュータ16は、2次頂点104cに対して調整ベクトル150を生成し、調整ベクトル150は、2次頂点104cから線148と実質的に同一線上の2次頂点102cから離れる方向に延在し、（図5Eに示された）調整ベクトル144の強度と等しい強度を有している。上述のように、調整ベクトルは、各頂点間の調整された距離が限界壁幅とほぼ等しいか、あるいは限界壁幅よりも大きくなるような強度を有している。したがって、調整ベクトル132と150とを合わせた強度は、限界壁幅とほぼ等しい、2次頂点102cと104cとの間の調整された距離を提供する。

#### 【0047】

図5Gは、2次頂点104bおよび104aに対して調整ベクトル152および154がそれぞれ生成された後の薄壁領域36を図示している。調整ベクトル152および154は、2次頂点104cについて上述した方法と同様に、方法70の工程76～90を繰り返すことにより生成される。次にホストコンピュータ16は、方法70の工程80により、2次頂点104aがポリライン28に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。まだ分析されていないさらなる頂点がポリライン28に沿って存在するため、ホストコンピュータ16は、方法70の工程82により、1次頂点98に進む。したがって、方法70の工程76, 78および84により、ホストコンピュータ16は、1次頂点98の周囲に試験ボックス156を生成して、試験ボックス156内に1次頂点94を見つけ、副セグメント106aおよび114aを1次頂点94に隣接していると特定する。

#### 【0048】

次にホストコンピュータ16は、方法70の工程86により、1次頂点98と副セグメント106aおよび114aとの間の最短距離を判定する。本例では、最短距離は、1次頂点94と98との間にそのまま位置している（線158で表されている）。方法70の工程88により、次にホストコンピュータ16は、最短距離が限界壁幅より小さいか否かを判定する。本例では、1次頂点94と98との間の距離は、壁幅40とも等しく、限界壁幅より小さい。その結果、ホストコンピュータ16は、1次頂点98に対して調整ベクトル160を生成し、調整ベクトル160は、1次頂点98から線158と実質的に同一

10

20

30

40

50

線上の 1 次頂点 9 4 から離れる方向に延在し、調整ベクトル 1 5 0 , 1 5 2 および 1 5 4 の強度と等しい強度を有している。調整ベクトル 1 2 2 および 1 6 0 を合わせた強度はまた、限界壁幅とほぼ等しい 1 次頂点 9 4 および 9 8 の間の調整された距離を提供する。

#### 【 0 0 4 9 】

図 5 H は、1 次頂点 9 8 に対して調整ベクトル 1 6 0 が生成された後の薄壁領域 3 6 を図示している。次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 0 により、1 次頂点 9 8 がポリライン 2 8 に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。まだ分析されていないさらなる頂点がポリライン 2 8 に沿って存在するため、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 2 により、バルク領域 3 4 におけるポリライン 2 8 に沿った 2 次頂点 1 1 2 に進む。したがって、方法 7 0 の工程 7 6 により、ホストコンピュータ 1 6 は、2 次頂点 1 1 2 の周囲に試験ボックス 1 6 2 を生成して、試験ボックス 1 6 2 内のさらなる頂点を探す。この時点で、方法 7 0 の工程 7 8 により、ホストコンピュータ 1 6 は、試験ボックス 1 6 2 内に位置する隣接する頂点を発見しない。その結果、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 4 ~ 9 0 を省略し、2 次頂点 1 1 2 に対して調整ベクトルを生成しない。2 次頂点 1 1 2 にてポリライン 2 8 が過剰充填状態を有するリスクはないため、2 次頂点 1 1 2 に対して、調整ベクトルは必要ない。

#### 【 0 0 5 0 】

図 5 I は、2 次頂点 1 1 2 を分析した後の薄壁領域 3 6 を図示している。次に、ポリライン 2 8 に沿って位置する残りの 1 次および 2 次頂点について工程 7 6 ~ 9 0 が繰り返される。図 5 I に示されるように、分析される最後の頂点は、バルク領域 3 4 におけるポリライン 2 8 に沿った 2 次頂点 1 1 0 である。2 次頂点 1 1 0 に到達すると、ホストコンピュータ 1 6 は、2 次頂点 1 1 0 の周囲に試験ボックス 1 6 4 を生成して、方法 7 0 の工程 7 6 により、試験ボックス 1 6 4 内のさらなる頂点を探す。この時点で、方法 7 0 の工程 7 8 により、ホストコンピュータ 1 6 は、試験ボックス 1 6 4 内に位置する隣接する頂点を発見しない。その結果、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 4 ~ 9 0 を省略して、2 次頂点 1 1 0 に対する調整ベクトルを生成しない。

#### 【 0 0 5 1 】

図 5 J は、2 次頂点 1 1 0 を分析した後の薄壁領域 3 6 を図示している。次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 8 0 により、2 次頂点 1 1 0 がポリライン 2 8 に沿った最後の頂点であるか否かを判定する。この時点でポリライン 2 8 に沿った頂点は全て分析済みであるため、次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 9 2 により、調整ベクトルに基づいて頂点の位置を調整する。これにより、セグメント 2 8 a は調整されたセグメント 4 2 a および 4 3 a の位置に、そして、セグメント 2 8 b は調整されたセグメント 4 2 b および 4 3 b の位置に調整され、調整されたセグメント 4 2 a および 4 2 b の間の調整された壁幅 2 8 は限界壁幅と等しい。図示のように、これにより、ポリライン 2 8 の幾何学形状は修正され、( 図 1 に示された ) 積層堆積システム 1 2 を用いた構築作業中に薄壁領域 3 6 においてツール経路を過剰充填するリスクが低減される。さらに、調整されたセグメント 4 3 a および 4 3 b は、1 次頂点 9 6 および 1 0 0 の方へ収束するので、薄壁領域 3 6 におけるポリライン 2 8 の当初の幾何学形状が保護される。

#### 【 0 0 5 2 】

方法 7 0 によりポリライン 2 8 の幾何学形状がいったん修正されると、方法 7 0 の工程 9 3 により、同一線上の副セグメント上に配置された頂点は除去される。したがって、セグメント 4 2 a の各副セグメントは、1 次頂点 9 4 と 2 次頂点 1 0 2 c との間の同一線上にあるため、2 次頂点 1 0 2 a および 1 0 2 b は除去される。同様に、2 次頂点 1 0 4 a および 1 0 4 b は、セグメント 4 2 b の副セグメントから除去され、2 次頂点 1 1 0 および 1 1 2 も除去される。上述のように、同一線上の副セグメント上に配置された頂点が除去されることにより、ホストコンピュータ 1 6 が保持する必要があるデータ座標の数が減少される。

#### 【 0 0 5 3 】

図 5 K は、2 次頂点 1 0 2 a , 1 0 2 b , 1 0 4 a , 1 0 4 b , 1 1 0 および 1 1 2 を

10

20

30

40

50

除去した後の薄壁領域 3 6 を図示している。次に、ホストコンピュータ 1 6 は、( 図 3 に示された ) 方法 4 6 の工程 6 2 により、ポリライン 2 6 の修正された幾何学形状に基づいて周囲ツール経路 1 6 6 を生成する。セグメント 4 2 a および 4 2 b は、限界壁幅とほぼ等しい、調整された壁幅 4 4 により分離されているため、周囲ツール経路 1 6 6 の取り囲む形の部分の重複量は許容可能であり、3 D 物体 2 4 の対応する領域を過剰充填するリスクを低減する。

#### 【 0 0 5 4 】

図 5 A ~ 5 K に示されるように、調整された各頂点は、対応する試験ボックス内に配置された隣接する頂点を 1 つのみ有していた。したがって、調整ベクトルは、1 つの隣接する頂点に対応してのみ生成された。しかしながら、複数の隣接する頂点が所定の試験ボックス内に存在する状況においては、隣接する各頂点ごとに方法 7 0 の工程 8 6 , 8 8 および 9 0 が実行され、生成された各調整ベクトルが累積される。これにより、確実に複数の隣接する頂点の各々に対して試験頂点が再配置される。さらに、方法 7 0 は、1 つの薄壁領域 ( 即ち、薄壁領域 3 6 ) での使用で上述されているが、方法 7 0 は、様々な幾何学設計を有する複数の薄壁領域を有するポリラインでの使用にも好適である。

10

#### 【 0 0 5 5 】

図 6 A ~ 6 C は、別の C A D モデルのスライス層である層 1 6 8 の概略図である。図 6 A に示されるように、層 1 6 8 は、( 図 2 に示された ) 層 2 6 に類似しており、ポリライン 1 7 0、周囲ツール経路 1 7 2、およびラスターツール経路 1 7 4 を含んでいる。ポリライン 1 7 0 は、x - y 平面内に配置された周囲幾何学形状であり、( 図 2 に示された ) ポリライン 2 8 の平行セグメントの形状というよりむしろ収束するスパイクの形状を有している。ポリライン 1 7 0 内の領域は、構築作業中に構築材料が充填されることになる層 1 6 8 の部分であり、バルク領域 1 7 6 と薄壁領域 1 7 8 とに分割される。薄壁領域 1 7 8 で示されるように、ポリライン 1 7 0 は、1 次頂点 1 8 0 , 1 8 2 および 1 8 4 により画定され、1 次頂点 1 8 0 および 1 8 4 は、バルク領域 1 7 6 と薄壁領域 1 7 8 との間の交差部分に位置し、1 次頂点 1 8 2 は、収束スパイク形状の端部に位置する。

20

#### 【 0 0 5 6 】

1 次頂点 1 8 0 , 1 8 2 および 1 8 4 は、ポリライン 1 7 0 をセグメント 1 7 0 a と 1 7 0 b とに分割し、セグメント 1 7 0 a は、1 次頂点 1 8 0 および 1 8 2 と相互接続し、セグメント 1 7 0 b は、1 次頂点 1 8 2 および 1 8 4 と相互接続する。セグメント 1 7 0 a および 1 7 0 b は、一点に収束する性質を有するため、薄壁領域 1 7 8 は、限界線 1 8 8 にて、第 1 領域 1 7 8 a と第 2 領域 1 7 8 b とに分割される。限界線 1 8 8 は、y 軸に沿った薄壁領域 1 7 8 の壁幅が ( 図 1 に示された ) 積層堆積システム 1 2 の限界壁幅と等しいセグメント 1 7 0 a および 1 7 0 b に沿った位置である。したがって、第 1 領域 1 7 8 a の幅は、限界壁幅より大きく、第 2 領域 1 7 8 b の幅は、限界壁幅より小さい。

30

#### 【 0 0 5 7 】

周囲ツール経路 1 7 2 およびラスターツール経路 1 7 4 は、道路幅 1 8 6 に基づいて生成され、道路幅 1 8 6 は、( 図 2 に示された ) 道路幅 3 8 について上述したように、積層堆積システム 1 2 から堆積された構築材料の道路の予想幅である。周囲ツール経路 1 7 2 は、ポリライン 1 7 0 に対して内側にずれた位置に生成され、その位置は、道路幅 1 8 6 の約二分の一の距離にある。次に周囲ツール経路 1 7 2 に対して内側にずれた位置にラスターツール経路 1 7 4 が生成されることで、バルク領域 1 7 6 を充填する。

40

#### 【 0 0 5 8 】

薄壁領域 1 7 8 において周囲ツール経路 1 7 2 が取り囲む配置で生成される場合、隣接するツール経路 ( 副経路 1 7 2 a および 1 7 2 b と称する ) は、1 次頂点 1 8 2 に向かって近づくにつれて重複量が増加する。副経路 1 7 2 a および 1 7 2 b が限界線 1 8 8 を超えて第 1 領域 1 7 8 a から第 2 領域 1 7 8 b に移行すると、副経路 1 7 2 a と 1 7 2 b との重複は、堆積された構築材料の道路が 3 D 物体の対応する領域を過剰充填するのを発生するのに十分な量となる。上述のように、その結果、品質が部分的に低下し、積層堆積システム 1 2 を損傷させる可能性がある。

50

## 【 0 0 5 9 】

さらに、図 6 A に示されるように、副経路 1 7 2 a および 1 7 2 b は、x 軸に沿って実質的に 1 次頂点 1 8 2 の手前の点（点 1 9 0 と称する）で収束している。したがって、副経路 1 7 2 a および 1 7 2 b に基づいて堆積された構築材料の道路は、1 次頂点 1 8 2 に対応する場所まで x 軸に沿って延在しない。これにより、3 D 物体の部分的な品質が低減される。したがって、部分的な品質を向上させ、且つ第 2 領域 1 7 8 b において過剰充填状態を発生するリスクを低減するため、（図 1 に示された）ホストコンピュータ 1 6 は、（図 4 に示された）方法 7 0 により、薄壁領域 1 7 8 の幾何学形状を修正する。

## 【 0 0 6 0 】

図 6 B は、ホストコンピュータ 1 6 が、（図 4 に示された）方法 7 0 の工程 7 2 ~ 9 0 により、ポリライン 1 7 0 に沿って各頂点を分析した後の層 1 6 8 を示している。図示のように、セグメント 1 7 0 a は、さらに 2 次頂点 1 9 2 a ~ 1 9 2 e を含み、セグメント 1 7 0 b は、さらに 2 次頂点 1 9 2 a ~ 1 9 4 e を含み、これらの 2 次頂点は、方法 7 0 の工程 7 2 により生成される。方法 7 0 により、ホストコンピュータ 1 6 は、各 1 次頂点および 2 次頂点を分析して、限界壁幅よりも小さい分離距離を有する部分における頂点に対して調整ベクトルを生成する。

## 【 0 0 6 1 】

第 1 領域 1 7 8 a は、限界壁幅より大きな壁幅を有するため、1 次頂点 1 8 0 および 1 8 4 と、2 次頂点 1 9 2 a および 1 9 4 a とに対して調整ベクトルが生成されることはない。しかしながら、第 2 領域 1 7 8 b は、限界壁幅より小さい壁幅を有するため、2 次頂点 1 9 2 b ~ 1 9 2 e および 1 9 4 b ~ 1 9 4 e に対して、調整ベクトル 1 9 6 b ~ 1 9 6 e および 1 9 8 b ~ 1 9 8 e がそれぞれ生成される。図示のように、調整ベクトル 1 9 6 b ~ 1 9 6 e および 1 9 8 b ~ 1 9 8 e の各強度は、第 2 領域 1 7 8 b の壁幅が小さくなるにつれて大きくなる。調整ベクトル 1 9 6 b ~ 1 9 6 e および 1 9 8 b ~ 1 9 8 e の各強度が第 2 領域 1 7 8 b の壁幅が小さくなるにつれて大きくなるのは、壁幅が小さくなるにつれて（方程式 1 で使用される）“最短距離”が短くなるためである。

## 【 0 0 6 2 】

1 次頂点 1 8 2 に対して調整ベクトルが生成されないことが注目される。方法 7 0 の工程 7 2 について上述したように、ポリライン（例えば、ポリライン 1 7 0）の当初の幾何学形状を保護するため、2 次頂点は、1 次頂点から一定距離内に生成されないことが望ましい。本実施形態は、薄壁領域 1 7 8 のような収束するスパイク形状を有する薄壁領域に用いるのに有利である。本例では、2 次頂点 1 9 2 e および 1 9 4 e の位置を制限することにより、1 次頂点 1 8 2 の位置が調整されることを防ぐことによって、x 軸に沿った薄壁領域 1 7 8 の当初の長さを保持する。

## 【 0 0 6 3 】

各頂点を分析した後、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 9 2 により、調整ベクトル 1 9 6 b ~ 1 9 6 e および 1 9 8 b ~ 1 9 8 e に基づいて、2 次頂点 1 9 2 b ~ 1 9 2 e および 1 9 4 b ~ 1 9 4 e の位置を調整する。この調整により、2 次頂点 1 9 2 b ~ 1 9 2 e および 1 9 4 b ~ 1 9 4 e は、限界壁幅とほぼ等しいか、あるいは限界壁幅よりも大きい、第 2 領域 1 7 8 b に沿った壁幅をもたらす対向する位置に配置される。次にホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 9 3 により、同一線上の各副セグメント上に位置する頂点を全て除去する。本例では、同一線上の各副セグメント上に位置する頂点を全て除去することにより、2 次頂点 1 9 2 b ~ 1 9 2 d および 1 9 4 b ~ 1 9 4 d が除去される。

## 【 0 0 6 4 】

図 6 C は、方法 7 0 によりポリライン 1 7 0 の幾何学形状を修正した後の層 1 6 8 を示している。ポリライン 1 7 0 の幾何学形状を修正した後、（図 6 A に示された）セグメント 1 7 0 a は、（1 次頂点 1 8 0 と 2 次頂点 1 9 2 a との間の）副セグメント 2 0 0 a、（2 次頂点 1 9 2 a と 1 9 2 e との間の）副セグメント 2 0 0 b、および（2 次頂点 1 9 2 e と 1 次頂点 1 8 2 との間の）副セグメント 2 0 0 c にさらに分割される。同様に、（

図 6 A に示された ) セグメント 1 7 0 b は、( 1 次頂点 1 8 4 と 2 次頂点 1 9 4 a との間の ) 副セグメント 2 0 2 a、( 2 次頂点 1 9 4 a と 1 9 4 e との間の ) 副セグメント 2 0 2 b、および ( 2 次頂点 1 9 4 e と 1 次頂点 1 8 2 との間の ) 副セグメント 2 0 2 c にさらに分割される。

【 0 0 6 5 】

第 1 部分 1 7 8 a における壁厚は限界壁幅より大きいいため、セグメント 2 0 0 a および 2 0 2 a は変更されない。しかしながら、セグメント 2 0 0 b および 2 0 2 b は現在、限界壁幅とほぼ等しいか、または限界壁幅より大きい壁幅を提供する位置に配置されている。セグメント 2 0 0 c および 2 0 2 c は、収束する小部分をポリライン 1 7 0 に提供することで、堆積された構築材料の道路が x 軸に沿って 1 次頂点 1 8 2 の位置に実質的に到達することを可能にする。方法 7 0 によりポリライン 1 7 0 の幾何学形状がいったん修正されると、修正された幾何学形状に基づいて周囲ツール経路 2 0 4 が生成される。第 2 領域 1 7 8 b が、限界壁幅と等しいか、または限界壁幅より大きい壁幅を有しているため、周囲ツール経路 2 0 4 の取り囲む形の副経路の重複量は許容可能であるので、3 D 物体の対応する領域を過剰充填するリスクが低減される。

【 0 0 6 6 】

図 7 は、方法 2 0 6 のフローチャートであり、方法 2 0 6 は、( 図 4 に示された ) 方法 7 0 に類似しているが、複数のポリラインを有するスライス層に用いるのに好適である。多くの C A D モデル設計は、所定のスライス層に対して複数のポリラインを含み得る。例えば、スライス層は、3 D 物体の外面を画定する第 1 ポリラインと、3 D 物体の内面 ( 例えば、内部空洞 ) を画定する第 2 ポリラインとを含み得る。方法 7 0 は、1 つのポリライン内の 1 つまたは複数の薄壁領域を特定するのに好適であるが、方法 2 0 6 は、方法 7 0 を拡張して、2 つ以上のポリライン間に存在し得る複数の薄壁領域をさらに特定する。方法 2 0 6 は、工程 2 0 8 ~ 2 2 0 を含み、且つ、最初に各ポリラインに対して複数の 2 次頂点を生成することを含む ( 工程 2 0 8 )。各ポリラインに関して、方法 7 0 の工程 7 2 で上述した方法と同様に、複数の 2 次頂点が生成される。これにより、ホストコンピュータ 1 6 は、特定のポリラインの外側に存在する頂点を特定することが可能になる。

【 0 0 6 7 】

次に、ホストコンピュータ 1 6 は、複数のポリラインのうちの第 1 ポリラインを特定し ( 工程 2 1 0 )、特定されたポリラインに対して方法 7 0 の工程 7 4 ~ 8 0 を実行する ( 工程 2 1 2 )。これにより、方法 7 0 に関して上述された方法と同様に、特定されたポリラインに沿って各頂点に対する調整ベクトルが生成される。しかしながら、複数のポリラインの各々が一連の 1 次頂点および 2 次頂点を含むため、ホストコンピュータ 1 6 は、方法 7 0 の工程 7 6 により、隣接する頂点を特定する際に、現在のポリラインの外側に存在する頂点にも依存し得る。その結果、隣接するポリライン間に生じ得る過剰充填状態に基づいてさらに調整ベクトルが生成され得る。

【 0 0 6 8 】

現在のポリラインの各頂点が分析されると、次にホストコンピュータ 1 6 は、所定の層に関して現在のポリラインが最後のポリラインであるか否かを判定する ( 工程 2 1 4 )。最後のポリラインでない場合には、ホストコンピュータ 1 6 は、その層の次のポリラインに進み ( 工程 2 1 6 )、残りの各ポリラインについて工程 2 1 2 を繰り返す。最後のポリラインの各頂点が分析されると、次にホストコンピュータ 1 6 は、そのスライス層のポリライン毎に調整ベクトルに基づいて頂点の位置を調整し ( 工程 2 1 8 )、同一線上の副セグメント上に位置する頂点を除去する ( 工程 2 2 0 )。工程 2 1 8 および 2 2 0 は、所定のスライス層の全てのポリラインの必要な頂点に対して調整ベクトルが生成された後に実行されることが望ましい。そうでなければ、第 2 ポリラインが分析される前に、工程 2 1 8 により、第 1 ポリラインの頂点の位置が調整された場合に、第 1 ポリラインの各頂点の調整された位置により、第 2 ポリラインを分析する際の所望の隣接する頂点の特定が妨害され得る。したがって、方法 2 0 6 は、所定のスライス層内の複数のポリラインの幾何学形状を修正するのに好適である。方法 2 0 6 は 1 つのポリラインを含むスライス層に使用

10

20

30

40

50

するのにも好適であることが注目される。このような状況においては、方法 206 の工程 208, 210, 214 および 216 は、冗長となるので、方法 206 は方法 70 と同じ工程に縮小される。

#### 【0069】

図 8 は、1つの道路幅より小さい薄壁領域を有する CAD モデルから 3D 物体を構築する方法 222 のフローチャートであり、(図 3 に示された)方法 46 の別の実施形態を示している。CAD モデルは、過剰充填状態を発生する可能性があるばかりでなく、1つの道路幅(例えば、図 2 に示された道路幅 38)より狭い薄壁領域を有する 3D 物体も描写し得る。CAD モデルが 1つの道路幅より狭い薄壁領域を有する 3D 物体を描写してしまうことは、典型的に、3D 物体の幾何学形状が CAD モデルにおいて誤って特定されたときに生じる。残念ながら、このような状況では、ホストコンピュータ 16 は、必ずしも薄壁領域の構築経路を生成するとは限らないことがある。その上、3D 物体の支持構造を生成するアルゴリズムは典型的に薄壁領域を特定することになるため、薄壁領域の支持構造部品の生成が除外される。その結果、薄壁領域に関しては材料の道路は堆積されず、薄壁領域に依存して支持される、後に堆積される層に影響し得る。

10

#### 【0070】

方法 222 は、1つの道路幅より狭い薄壁領域の幾何学形状を修正するのに好適である。方法 222 は、工程 224 ~ 244 を含み、最初に、積層堆積システム(例えば、図 1 に示された積層堆積システム 12)の“限界壁幅”を設定することを含んでおり、限界壁幅は、堆積される構築材料の道路幅(例えば、図 2 に示された道路幅 38)とほぼ等しい(工程 224)。上述のように、方法 46 において用いられる“限界壁幅”は、最小壁幅として参照され、この最小壁幅で、構築材料の一对の隣接する道路は実質的に過剰充填することなく堆積され得る。しかしながら、方法 222 は、限界壁幅に依存して道路幅より狭い領域を特定する。したがって、本実施形態では、“限界壁幅”は、道路幅とほぼ等しい。

20

#### 【0071】

限界壁幅がいったん設定されると、次に方法 46 の工程 50 ~ 68 に関して上述した方法と同様にして、方法 222 の工程 226 ~ 244 が実行される。したがって、CAD モデルは、複数のスライス層にスライスされ、各スライス層は、1つまたは複数のポリラインを含んでいる(工程 226)。次にホストコンピュータ 16 は、第 1 スライス層を選択して分析を行い(工程 228)、選択されたスライス層の 1つまたは複数のポリラインの座標を特定する(工程 230)。次に特定されたポリラインを分析して、1つまたは複数のポリラインの隣接する部分間の距離を判定する(工程 232)。別の実施形態では、工程 224 における限界壁幅の決定は、選択された第 1 スライス層に関する工程 226 ~ 232 のうちの 1つまたは複数の後に行ってもよい。

30

#### 【0072】

次にホストコンピュータ 16 は、隣接する部分間の距離が限界壁幅より小さい(即ち、1つの道路幅より小さい)か否かを判定する(工程 234)。限界壁幅より小さい場合には、次にホストコンピュータ 16 は、1つまたは複数のポリラインの隣接する部分の位置を調整して、各部分間の調整された壁幅が限界壁幅とほぼ等しく(即ち、道路幅とほぼ等しく)なる(工程 236)。次にホストコンピュータ 16 は、現在のスライス層に関し、調整された部分を有する 1つまたは複数のポリラインに基づいて 1つまたは複数のツール経路を生成する(工程 238)。各部分間の調整された壁幅は、道路幅とほぼ等しいため、その薄壁領域には 1つのツール経路が生成される。

40

#### 【0073】

次にホストコンピュータ 16 は、現在のスライス層が CAD モデルにおいて薄壁形状を分析すべき最後のスライス層であるか否かを判定する(工程 240)。最後のスライス層ではない場合には、ホストコンピュータ 16 は、CAD モデルの次のスライス層に進み(工程 242)、残っているスライス層の各々について工程 230 ~ 238 を繰り返す。これにより、CAD モデルの各スライス層における薄壁領域の幾何学形状が修正され、各薄

50

壁領域は、堆積される構築材料の道路幅と少なくともほぼ等しい幅を有することになる。最後のスライス層が分析されたら（工程 2 4 0）、次にホストコンピュータ 1 6 は、対応する構築データを（図 1 に示された）コントローラ 1 4 に転送して、積層堆積システム 1 2 を用いて 3 D 物体を構築する（工程 2 4 4）。

#### 【 0 0 7 4 】

各スライス層の 1 つまたは複数のポリラインにおける調整された各部分が道路幅とほぼ等しい距離で分離されているため、ホストコンピュータ 1 6 は、薄壁領域のツール経路を生成することができる。これにより、薄壁領域は、次に形成される層に層間支持力を提供することが可能となる。1 つの実施例では、方法 7 0 に関して上述した方法と同様にして、方法 2 2 2 の工程 2 3 2 ~ 2 3 6 が実行され、限界壁幅は、道路幅とほぼ等しい。さらに、方法 2 0 6 に関して上述した方法と同様にして、複数のポリラインを使って方法 2 2 2 を実行してもよい。

#### 【 0 0 7 5 】

図 9 は、（図 3 に示された）方法 4 6 と（図 8 に示された）方法 2 2 2 とを組み合わせた方法 2 4 6 のフローチャートである。このように、方法 2 4 6 は、構築作業中に、過剰充填状態を発生するリスクを低減し、3 D 物体に層間支持力を提供するのに好適である。方法 2 4 6 は、工程 2 4 8 ~ 2 7 2 を含み、最初に積層堆積システム（例えば、図 1 に示された積層堆積システム 1 2）の“第 1 限界壁幅”および“第 2 限界壁幅”を設定することを含んでいる（工程 2 4 8）。第 1 限界壁幅は、方法 2 2 2 の工程 2 2 4 で上述した限界壁幅と同じである。したがって、第 1 限界壁幅は、堆積される構築材料の道路幅とほぼ等しい。第 2 限界壁幅は、方法 4 6 の工程 4 8 で上述した限界壁幅と同じである。したがって、好適な第 2 限界壁幅の例には、方法 4 6 の工程 4 8 で限界壁幅に関して上述したものが含まれる。

#### 【 0 0 7 6 】

第 1 および第 2 限界壁幅がいったん設定されると、C A D モデルは、複数のスライス層にスライスされ、各スライス層は、1 つまたは複数のポリラインを含んでいる（工程 2 5 0）。次にホストコンピュータ 1 6 は、第 1 スライス層を選択して分析を行い（工程 2 5 2）、選択されたスライス層の 1 つまたは複数のポリラインの座標を特定する（工程 2 5 4）。次に特定された 1 つまたは複数のポリラインを分析して 1 つまたは複数のポリラインの隣接する部分間の距離を判定する（工程 2 5 6）。別の実施形態では、工程 2 4 8 における第 1 および第 2 限界壁幅の判定は、選択された第 1 スライス層に関して工程 2 5 0 ~ 2 5 6 のうちの 1 つまたは複数の後に実行されてもよい。

#### 【 0 0 7 7 】

次にホストコンピュータ 1 6 は、隣接する部分間の距離が第 1 限界壁幅より小さい（即ち、1 つの道路幅より小さい）か否かを判定する（工程 2 5 8）。この工程により、ホストコンピュータ 1 6 は、構築材料の 1 つの道路を堆積するのに壁幅が狭すぎないか否かを判定することができる。壁幅が狭すぎる場合には、次にホストコンピュータ 1 6 は、1 つまたは複数のポリラインの隣接する部分の位置を調整して、各部分間の調整された壁幅が第 1 限界壁幅とほぼ等しく（即ち、道路幅とほぼ等しく）なるようにする（工程 2 6 0）。次にホストコンピュータ 1 6 は、調整された部分を有する 1 つまたは複数のポリラインに基づいて、現在のスライス層の 1 つまたは複数のツール経路を生成する（工程 2 6 6）。

#### 【 0 0 7 8 】

隣接する部分間の距離が第 1 限界壁幅より小さくない場合には（工程 2 5 8）、次にホストコンピュータ 1 6 は、隣接する部分間の距離が、第 2 限界壁幅より小さいか否かを判定する（工程 2 6 2）。この工程により、ホストコンピュータ 1 6 は、壁幅が過剰充填状態を発生し得るか否かを判定することができる。ホストコンピュータ 1 6 は、工程 2 5 8 において、隣接する部分間の距離が 1 つの道路幅と少なくとも同じ大きさであると既に判定しているため、工程 2 6 2 は、隣接する部分間の距離が第 1 限界壁幅と第 2 限界壁幅との間にあるか否かを効果的に判定する。隣接する部分間の距離が第 2 限界壁幅より小さい

場合には、次にホストコンピュータ 16 は、1 つまたは複数のポリラインの隣接する部分の位置を調整して、各部分間の調整された壁幅が第 2 限界壁幅とほぼ等しいか、または第 2 限界壁幅よりも大きくなるようにする（工程 264）。次にホストコンピュータ 16 は、調整された部分を有する 1 つまたは複数のポリラインに基づいて、現在のスライス層のための 1 つまたは複数のツール経路を生成する（工程 266）。

【0079】

1 つの実施例では、ホストコンピュータ 16 は、現在のスライス層の各薄壁領域について工程 256 ~ 264 を実行する。したがって、現在のスライス層に関し、1 つまたは複数のポリラインの第 1 領域の各部分は、工程 260 により調整されてもよく、1 つまたは複数のポリラインの第 2 領域の各部分は、工程 264 により調整されてもよい。本実施形態では、工程 256、258 および 260 は、（図 4 に示された）方法 70 により実行されることが望ましく、この場合、“限界壁幅”は、第 1 限界壁幅を指し、また、工程 256、262 および 264 は、方法 70 により実行されることが望ましく、この場合、“限界壁幅”は、第 2 限界壁幅を指す。これにより、方法 246 は、1 つのスライス層における複数の薄壁領域の幾何学形状を修正することができ、薄壁領域は、道路幅より狭いか、あるいは過剰充填状態を発生する可能性がある。

【0080】

1 つまたは複数のツール経路が生成された後、次にホストコンピュータ 16 は、現在のスライス層がその CAD モデルにおいて薄壁形状について分析すべき最後のスライス層であるか否かを判定する（工程 268）。最後のスライス層でない場合には、ホストコンピュータ 16 は、CAD モデルの次のスライス層に進み（工程 270）、残りの各スライス層について工程 254 ~ 266 を繰り返す。これにより、CAD モデルの各スライス層における薄壁領域の幾何学形状は修正される。最後のスライス層が分析されると（工程 268）、次にホストコンピュータ 16 は、対応する構築データを（図 1 に示された）コントローラ 14 に転送し、積層堆積システム 12 を用いて 3D 物体を構築する（工程 272）。

【0081】

方法 248 は、所定のスライス層において 1 つまたは複数のポリラインの隣接する部分の位置を調整するための好適な実施形態を図示しており、方法 46 および 222 と同様に機能する。例えば、所定の CAD モデルが第 1 限界壁幅より小さい壁幅を有する部分を含まない場合には、工程 258 および 260 は冗長となるので、方法 246 を方法 46 と同じ工程に縮小する。あるいは、所定の CAD モデルが第 1 限界壁幅より大きく、第 2 限界壁幅より小さい壁幅を有する部分を含まない場合には、工程 262 および 264 は冗長となるので、方法 246 を方法 222 と同じ工程に縮小する。さらに、方法 246 は、（図 7 に示された）方法 206 に関して上述した方法と同様にして、複数のポリラインで実行することもできる。

【0082】

上述のように、限界壁幅の様々な数値に基づき、本発明は、薄壁領域の幾何学形状を様々な目的（例えば、過剰充填状態の低減、および層間支持力の提供）のために修正するのに好適である。薄壁領域の幾何学形状を修正することにより、構築作業中の 3D 物体の品質が向上する。本発明は、好ましい実施形態を参照しながら説明されているが、当業者は、本発明の精神及び範囲を逸脱することなく、形態及び詳細を変更し得ることを認識するであろう。

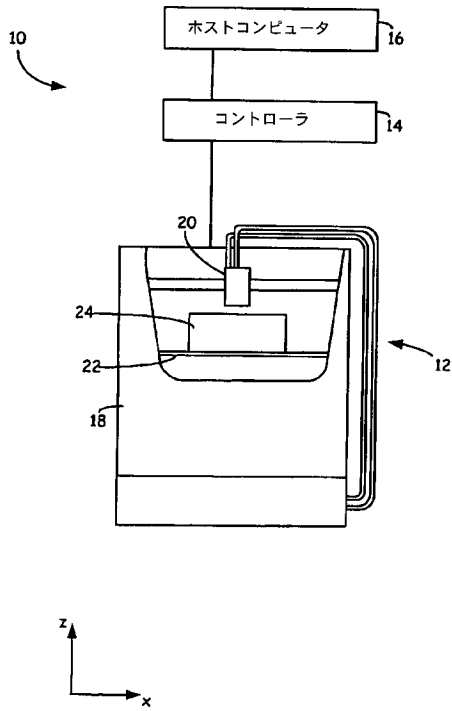
10

20

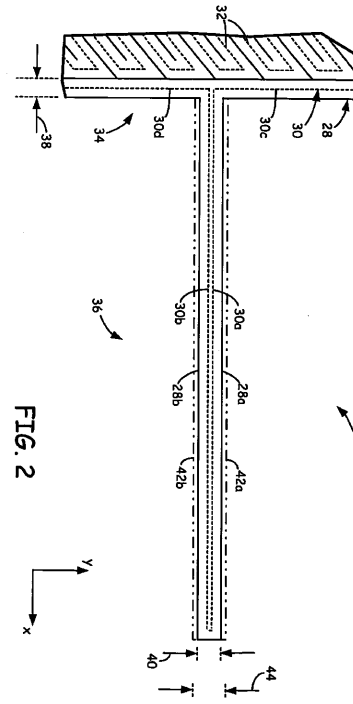
30

40

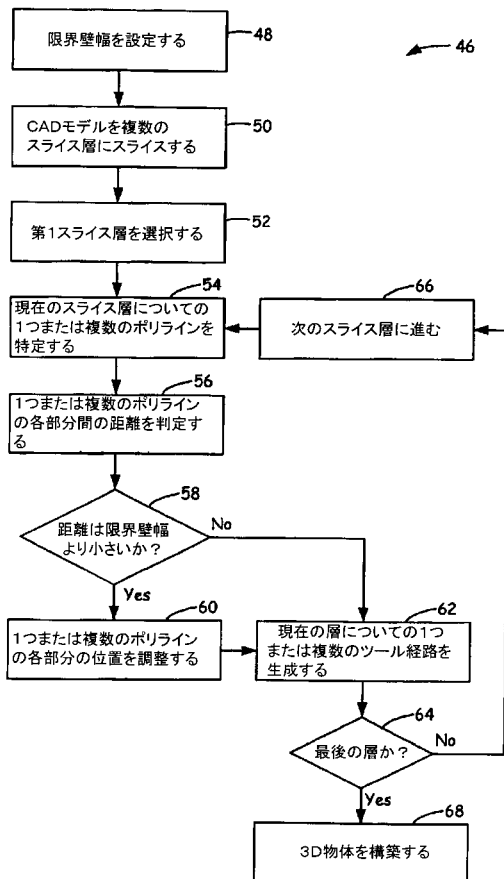
【図 1】



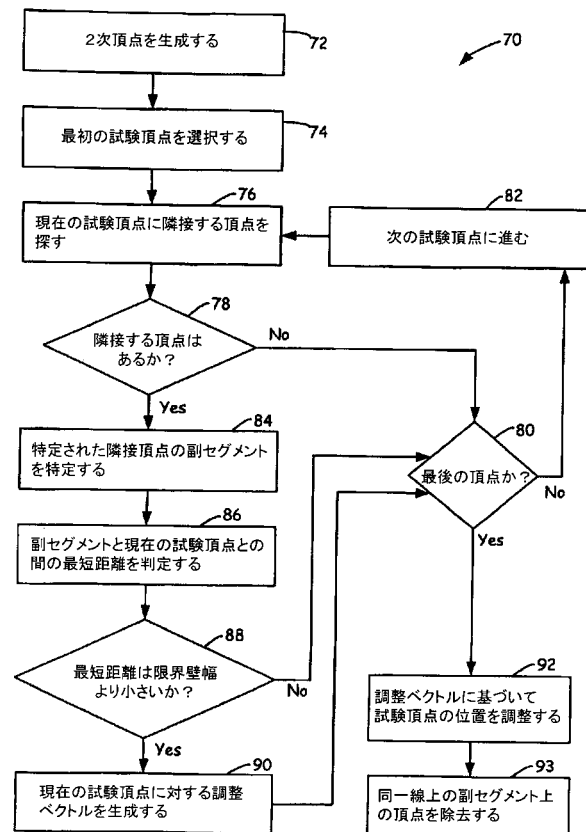
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【 図 5 B 】

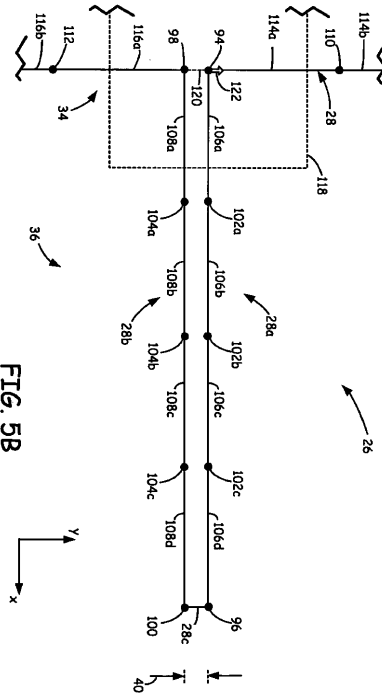


FIG. 5B

【 図 5 A 】

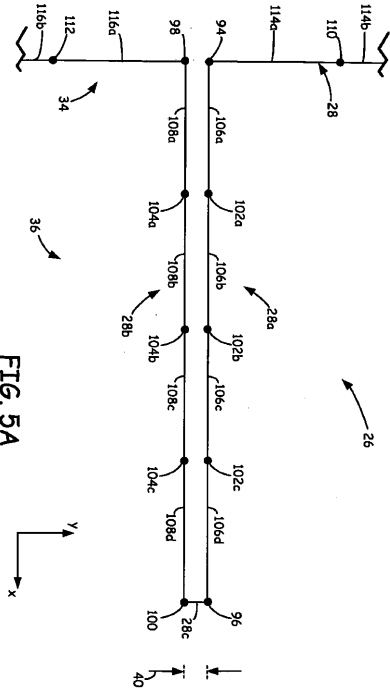


FIG. 5A

【 図 5 D 】

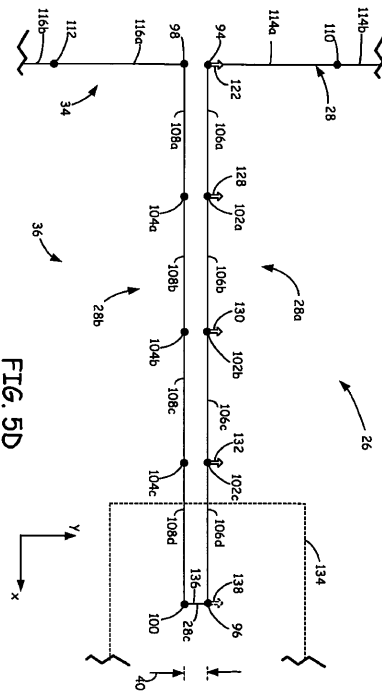


FIG. 5D

【 図 5 C 】

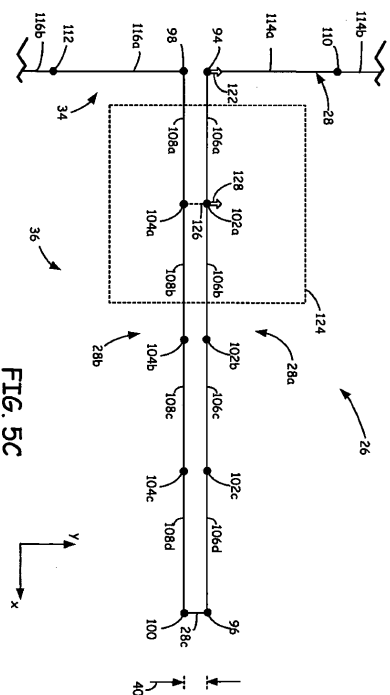
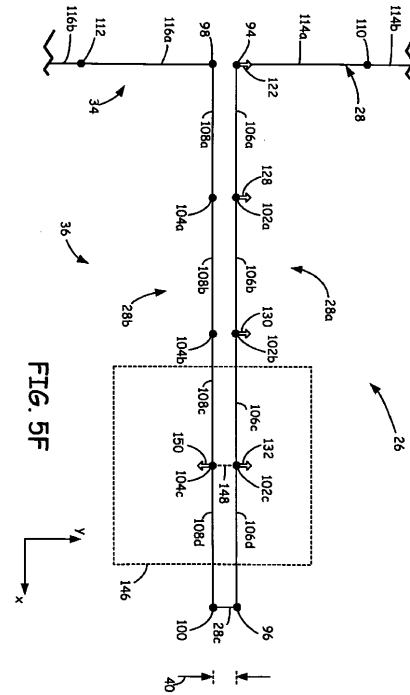
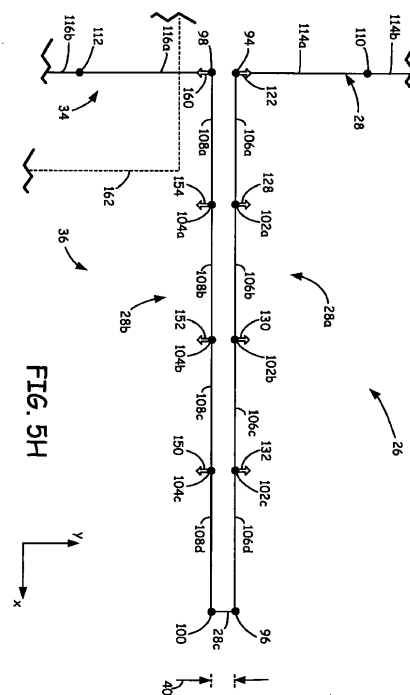


FIG. 5C

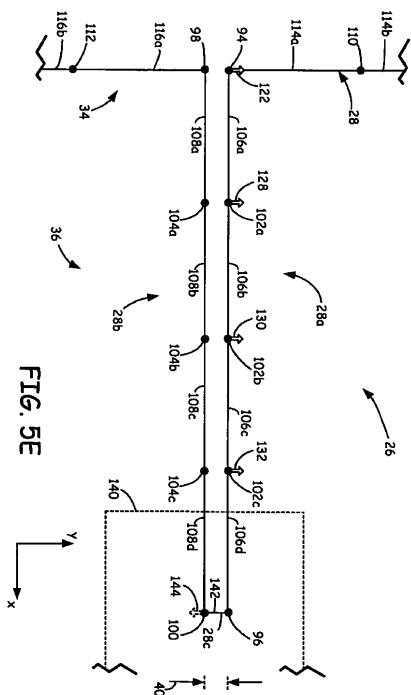
【図 5 F】



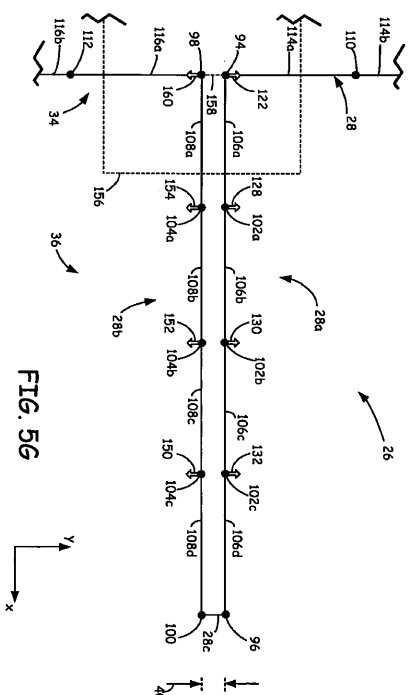
【図 5 H】



【図 5 E】



【図 5 G】



【図 5 J】

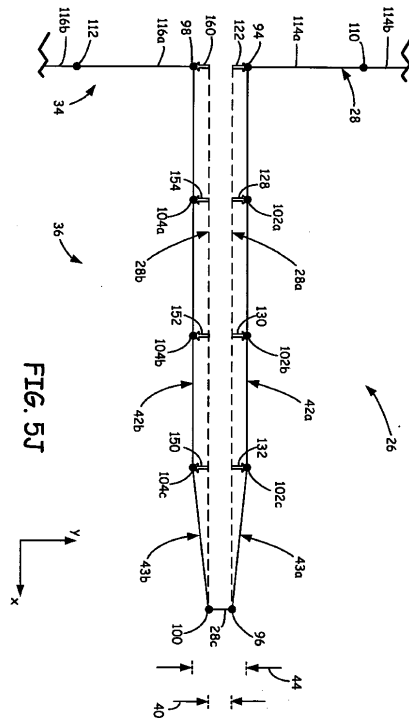


FIG. 5J

【図 6 A】

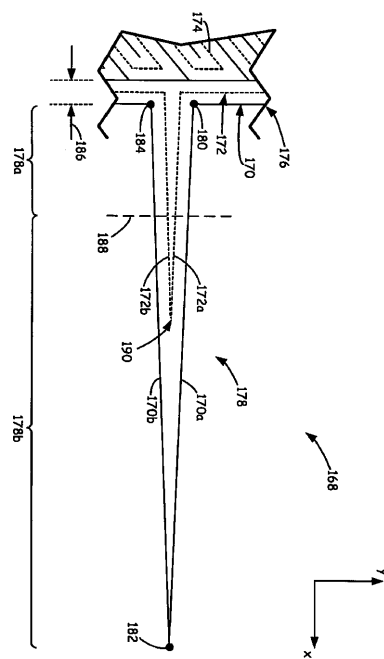


FIG. 6A

【図 5 I】

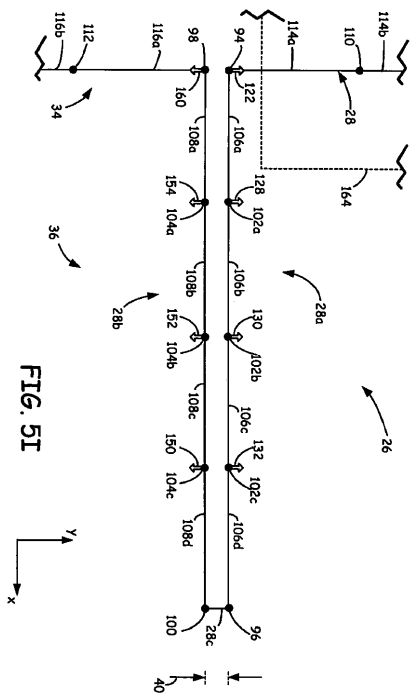


FIG. 5I

【図 5 K】

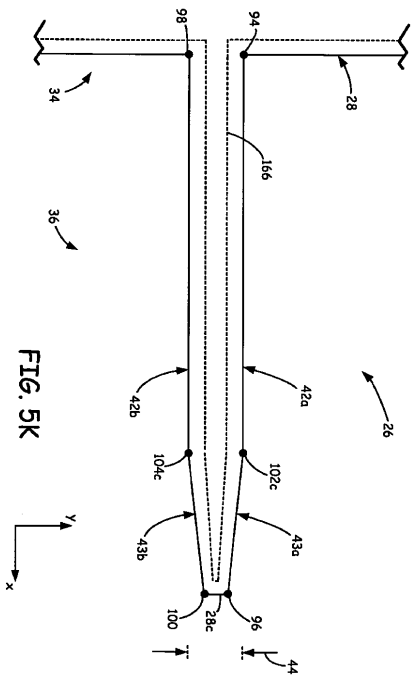


FIG. 5K

【図 6 B】

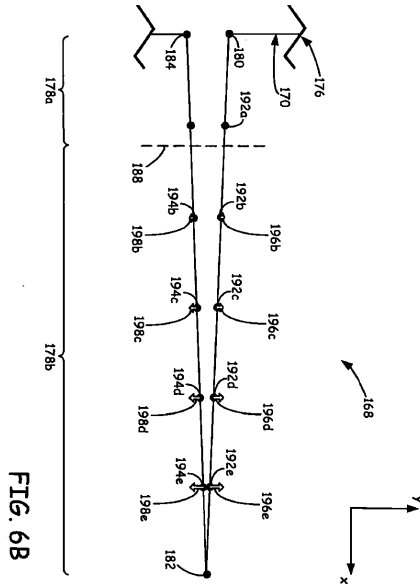


FIG. 6B

【図 6 C】

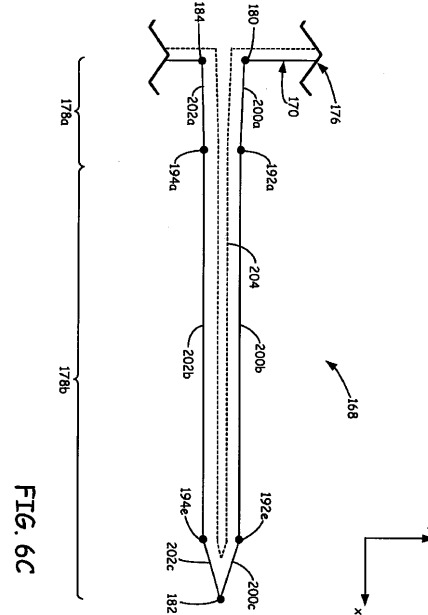
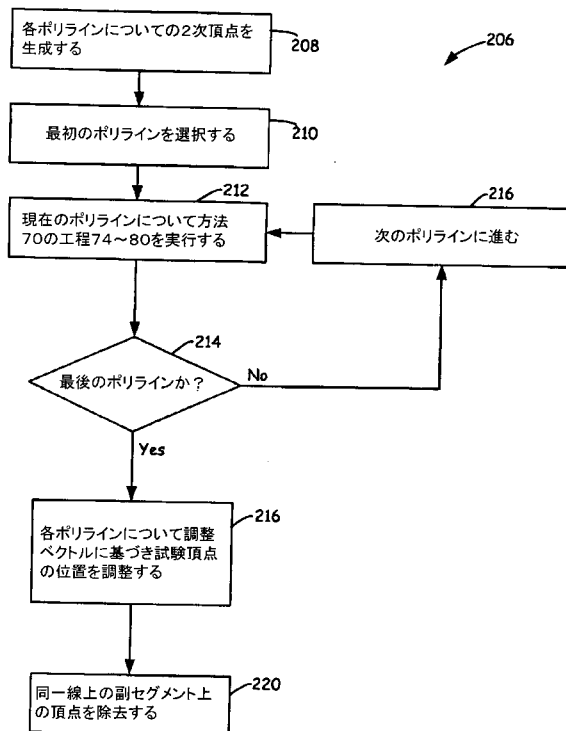
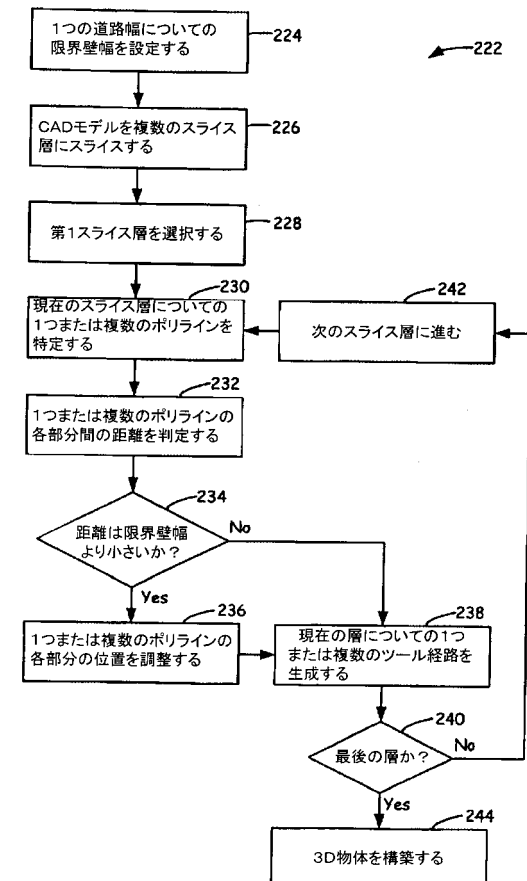


FIG. 6C

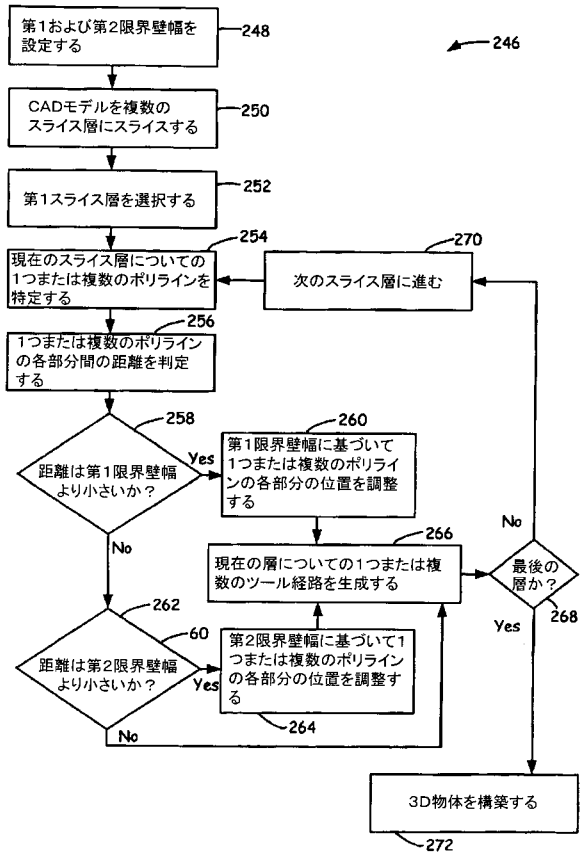
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 08/08547																		
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - G06F 19/00 (2008.04) USPC - 700/98 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																				
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) USPC: 700/98 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched USPC: 700/98 (see also text search below) Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Electronic Databases Searched: pubWEST, USPTO, Google, Answers.com, Google Patents Search Terms Used: Computer, aided, design, model, vertica, vortex, wall, width, adjust, vector, distance, adjust, threshold, polyline, road, street, perimeter, tool, deposition, system, layer, three-dimension																				
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>US 2002/0149137 A1 (JANG et al.) 04 June 2002 (04.06.2002) para [0002], [0023]-[0024], [0040], [0049], [0055], [0064], [0072], [0087], [0093]-[0095], [0097], [0100] and [0112]-[0114]</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 6,823,230 B1 (JAMALABAD et al.) 23 November 2004 (23.11.2004) col 3, ln 25-43, col 4, ln 31-52, col 8, ln 44-67, col 16, ln 26-35, See Figs. 3C and 13</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006/0025971 A1 (DETWILER et al.) 02 February 2006 (02.02.2006)</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6,532,394 B1 (EARL et al.) 11 March 2003 (11.03.2003)</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2002/0009223 A1 to (WONG) 24 January 2002 (24.01.2002)</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	US 2002/0149137 A1 (JANG et al.) 04 June 2002 (04.06.2002) para [0002], [0023]-[0024], [0040], [0049], [0055], [0064], [0072], [0087], [0093]-[0095], [0097], [0100] and [0112]-[0114]	1-20	Y	US 6,823,230 B1 (JAMALABAD et al.) 23 November 2004 (23.11.2004) col 3, ln 25-43, col 4, ln 31-52, col 8, ln 44-67, col 16, ln 26-35, See Figs. 3C and 13	1-20	A	US 2006/0025971 A1 (DETWILER et al.) 02 February 2006 (02.02.2006)	1-20	A	US 6,532,394 B1 (EARL et al.) 11 March 2003 (11.03.2003)	1-20	A	US 2002/0009223 A1 to (WONG) 24 January 2002 (24.01.2002)	1-20
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
Y	US 2002/0149137 A1 (JANG et al.) 04 June 2002 (04.06.2002) para [0002], [0023]-[0024], [0040], [0049], [0055], [0064], [0072], [0087], [0093]-[0095], [0097], [0100] and [0112]-[0114]	1-20																		
Y	US 6,823,230 B1 (JAMALABAD et al.) 23 November 2004 (23.11.2004) col 3, ln 25-43, col 4, ln 31-52, col 8, ln 44-67, col 16, ln 26-35, See Figs. 3C and 13	1-20																		
A	US 2006/0025971 A1 (DETWILER et al.) 02 February 2006 (02.02.2006)	1-20																		
A	US 6,532,394 B1 (EARL et al.) 11 March 2003 (11.03.2003)	1-20																		
A	US 2002/0009223 A1 to (WONG) 24 January 2002 (24.01.2002)	1-20																		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>																				
* 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 24 September 2008 (24.09.2008)		Date of mailing of the international search report <b>01 OCT 2008</b>																		
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774																		

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW