

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4247787号  
(P4247787)

(45) 発行日 平成21年4月2日(2009.4.2)

(24) 登録日 平成21年1月23日(2009.1.23)

(51) Int.Cl. F 1  
G 0 6 F 17/50 (2006.01) G 0 6 F 17/50 6 2 4 K

請求項の数 16 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-577167 (P2003-577167)	(73) 特許権者	502098178 社団法人日本中小型造船工業会 東京都港区虎ノ門一丁目15番16号
(86) (22) 出願日	平成15年3月18日(2003.3.18)	(73) 特許権者	501204525 独立行政法人海上技術安全研究所 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2003/003260	(74) 代理人	100077805 弁理士 佐藤 辰彦
(87) 国際公開番号	W02003/079238	(74) 代理人	100099690 弁理士 鷲 健志
(87) 国際公開日	平成15年9月25日(2003.9.25)	(74) 代理人	100109232 弁理士 本間 賢一
審査請求日	平成17年8月4日(2005.8.4)	(72) 発明者	松岡 一祥 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 独立 行政法人海上技術安全研究所内 最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2002-76094 (P2002-76094)		
(32) 優先日	平成14年3月19日(2002.3.19)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 外板展開方法、外板製造方法、これらの方法の指導用コンピュータプログラム及びこれらの方法の指導用画像記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータにより構成され、平板から所定形状の外板を製造する方法の指導用装置であって、

前記外板上の点における前記外板の曲率が最大または最小となる直交する2つの方向のうち曲率絶対値が大きい方向に伸びるように前記点を通る線を第1外板格子線として決定するとともに、前記2つの方向のうち曲率絶対値が小さい方向に伸びるように前記点を通る線を第2外板格子線として決定することにより、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線により構成され、かつ、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線の交点を外板格子点とする外板格子系を決定する第1展開処理を実行する第1展開手段と、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として平板に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記平板に展開することにより、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線により構成され、かつ、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線の交点を平板格子点とする平板格子系を決定し、前記外板格子系から前記平板格子系への異なる展開態様のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記平板への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記異なる展開態様のうち前記累積値が最小となる一の展開態様にしたがって決定された一の前記平板格子系を決定する第2展開処理を実行する第2展開手段と、前記一の平板格子系と、前記外板格子系を前記一の平板格子系に展開する際における前記第2外板格子線の伸ばし率もしくは縮め率、または、当該伸ばし率または当

該縮め率これに基づいて定まる外板製造時の前記平板の前記第2平板格子線に沿った縮め率もしくは縮め率とを表わす画像または音声を提供する、または、これらに係るデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることで前記一の平板格子系と、前記外板格子系を前記一の平板格子系に展開する際における前記第2外板格子線の伸ばし率もしくは縮め率、または、当該伸ばし率または当該縮め率これに基づいて定まる外板製造時の前記平板の前記第2平板格子線に沿った縮め率もしくは縮め率とを表わす画像または音声を前記他のコンピュータに提供させる情報提供手段とを備えていることを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

【請求項2】

請求項1記載の外板製造方法の指導用装置において、前記情報提供手段が、前記外板格子系を構成する前記第1外板格子線の曲率を表わす画像または音声を提供する、または、これに係るデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることで前記外板格子系を構成する前記第1外板格子線の曲率を表わす画像または音声を前記他のコンピュータに提供させることを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

10

【請求項3】

請求項1または2記載の外板製造方法の指導用装置において、前記情報提供手段が、前記第1平板格子線の曲率が前記第1外板格子線の決定に際して基礎とされた曲率に一致するように前記平板を前記第2平板格子線に沿って折り曲げて中間曲板を形成する手順と、前記縮め率または前記伸ばし率にしたがって前記中間曲板を前記第2平板格子線に沿って縮めまたは伸ばす手順とを含む前記外板の製造方法の手順を説明する画像または音声を提供する、または、これに係るデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることで前記外板の製造方法の手順を説明する画像または音声を前記他のコンピュータに提供させることを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

20

【請求項4】

請求項1～3のちいずれか1つに記載の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が前記外板格子系を断片的な前記外板格子系に分割し、前記断片的な外板格子系のそれぞれについて、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として中間面に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記中間面に展開し、複数の前記中間面のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記中間面への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の中間面に展開された前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定し、隣接しあう前記断片的な平板断片領域に含まれる前記第1平板格子線または前記第2平板格子線を相互に接続することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

30

【請求項5】

請求項4記載の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が、前記第1外板格子線と、その両隣の前記第1外板格子線の間にある前記第2外板格子線とを包含する帯状の前記断片的な前記外板格子系を決定し、前記断片的な外板格子系に包含される前記外板格子点における前記第1外板格子線の接線ベクトルの延長線上に頂点を有し、前記外板格子点における前記第2外板格子線の曲率ベクトルに垂直で且つ前記曲率ベクトルをその絶対値の二乗で除したベクトルの終点を通る回転軸を有する円錐面を前記中間面として、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の中間面に展開された前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を円錐投射法により平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

40

【請求項6】

請求項5記載の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が前記断片的な外板格子系に包含される前記第2外板格子線のうち、等高線の断片として前記円錐面として

50

の前記中間面に展開されたときの曲率中心角が最大または最小となる一の前記第2外板格子線を基準として他の前記第2外板格子線が前記曲率中心角に一致するように伸ばされまたは縮められるときの前記第2外板格子線の伸ばし率または縮め率の累積値が最小となる円錐面を前記一の中間面として決定することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

【請求項7】

請求項4、5または6記載の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が隣接しあう前記断片的な平板格子系に含まれる前記第2外板格子線同士のを最小2乗法にしたがって最小とした上で前記第2外板格子線を接続することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

10

【請求項8】

請求項1～7のうちいずれか1つに記載の外板製造方法の指導用装置において、前記第1展開手段が前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を決定し得ない局所的な鞍点または臍点の前記外板に存在する場合、前記外板の他の点から延び、前記鞍点または前記臍点を通る前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を前記鞍点または前記臍点に関する前記第1外板格子線および前記第2外板格子線として決定することを特徴とする外板製造方法の指導用装置。

【請求項9】

コンピュータにより構成され、所定形状の外板を平板に展開する方法の指導用装置であって、前記外板上の点における前記外板の曲率が最大または最小となる直交する2つの方向のうち曲率絶対値が大きい方向に伸びるように前記点を通る線を第1外板格子線として決定するとともに、前記2つの方向のうち曲率絶対値が小さい方向に伸びるように前記点を通る線を第2外板格子線として決定することにより、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線により構成され、かつ、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線の交点を外板格子点とする外板格子系を決定する第1展開処理を実行する第1展開手段と、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として平板に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記平板に展開することにより、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線により構成され、かつ、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線の交点を平板格子点とする平板格子系を決定し、前記外板格子系から前記平板格子系への異なる展開態様のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記平板への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記異なる展開態様のうち前記累積値が最小となる一の展開態様にしたがって決定された一の前記平板格子系を決定する第2展開処理を実行する第2展開手段と、前記第1展開処理および前記第2展開処理の手順を説明する画像または音声を提供する、または、前記第1展開処理および前記第2展開処理の手順を説明するデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることにより前記他のコンピュータに前記第1展開処理および前記第2展開処理の手順を説明する画像または音声を提供させる情報提供手段とを備えていることを特徴とする外板展開方法の指導用装置。

20

30

【請求項10】

請求項9記載の外板展開方法の指導用装置において、前記第2展開手段が前記外板格子系を断片的な前記外板格子系に分割し、前記断片的な外板格子系のそれぞれについて、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として中間面に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記中間面に展開し、複数の前記中間面のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記中間面への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の中間面に展開された前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定し、隣接しあう前記断片的な平板断片領域に含まれる前記第1平板格子線または前記第2平板格子線を相互に接続することにより前記第2展開

40

50

処理を実行することを特徴とする外板展開方法の指導用装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 記載の外板展開方法の指導用装置において、前記第 2 展開手段が、前記第 1 外板格子線と、その両隣の前記第 1 外板格子線の間にある前記第 2 外板格子線とを包含する帯状の前記断片的な前記外板格子系を決定し、前記断片的な外板格子系に包含される前記外板格子点における前記第 1 外板格子線の接線ベクトルの延長線上に頂点を有し、前記外板格子点における前記第 2 外板格子線の曲率ベクトルに垂直で且つ前記曲率ベクトルをその絶対値の二乗で除したベクトルの終点を通る回転軸を有する円錐面を前記中間面として、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の前記中間面に展開された前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線を円錐投射法により平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする外板展開方法の指導用装置。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の外板展開方法の指導用装置において、前記第 2 展開手段が前記断片的な外板格子系に包含される前記第 2 外板格子線のうち、等高線の断片として前記円錐面としての前記中間面に展開されたときの曲率中心角が最大または最小となる一の前記第 2 外板格子線を基準として他の前記第 2 外板格子線が前記曲率中心角に一致するように伸ばされまたは縮められるときの前記第 2 外板格子線の伸ばし率または縮め率の累積値が最小となる円錐面を前記一の前記中間面として決定することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする外板展開方法の指導用装置。

20

【請求項 1 3】

請求項 1 0、1 1 または 1 2 記載の外板展開方法の指導用装置において、前記第 2 展開手段が隣接しあう前記断片的な平板格子系に含まれる前記第 2 外板格子線同士のを最小 2 乗法にしたがって最小とした上で前記第 2 外板格子線を接続することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする外板展開方法の指導用装置。

【請求項 1 4】

請求項 9 ~ 1 3 のうちいずれか 1 つに記載の外板展開方法の指導用装置において、前記第 1 展開手段が前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線を決定し得ない局所的な鞍点または臍点の前記外板に存在する場合、前記外板の他の点から延び、前記鞍点または前記臍点を通る前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線を前記鞍点または前記臍点に関する前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線として決定することを特徴とする外板展開方法の指導用装置。

30

【請求項 1 5】

コンピュータを請求項 1 ~ 8 のうちいずれか 1 つに記載の外板製造方法の指導用装置として機能させることを特徴とする外板製造方法の指導用プログラム。

【請求項 1 6】

コンピュータを請求項 9 ~ 1 4 のうちいずれか 1 つに記載の外板展開方法の指導用装置として機能させることを特徴とする外板展開方法の指導用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、平板から所定形状の外板を製造する方法の指導用装置、所定形状の外板を平板に展開する方法の指導用装置およびコンピュータを当該装置として機能させるためのプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

船舶等の所定形状の金属外板は、金属平板に展開された上でこの平板が当該所定形状に曲げられることで作成される。平板を所定形状の外板に正確に加工するには、この外板が平板に適切に展開される必要がある。

【0003】

50

従来、外板展開方法として測地線展開法、対角線法、直角送法、直角送返法等が一般的に採用されている。測地線展開法によれば、図12に示すように外板を輪切りとするような複数の平面（フレーム面） $x$ と、フレーム面 $x$ と外板曲面との複数の交線（フレーム線） $y$ とが決定される。また、フレーム面 $x$ に交差（一般的には直交）する見透し面 $z$ が決定され、見透し面 $z$ と外板曲面との交線（見透し線） $v$ が決定される。さらに、見透し線 $v$ の両端を最短距離で結ぶ外板曲面上の線が測地線 $w$ として決定される。そして、測地線 $w$ が実長のまま直線として平板に展開され、この直線を基準として外板が平板に展開される。

【0004】

展開された平板が横曲がりのほうが縦曲がりよりもきついような外板に加工される場合、まず、比較的面内の伸縮量が少ない条件で横曲がりをつけ、絞り加工により縦曲がりを形成する。この場合、板厚を増大させて縮めることになるが加工前の平板ではその縮め率に応じて寸法を伸ばしておく必要がある。このとき、外板から平板への展開に際して曲面外板を伸ばして面積が増大され、この伸ばして増加した面積を加工時に縮めて縦曲がりを形成することになる。

【0005】

しかし、本願発明者の得た知見によれば、測地線展開法等にしたがって展開された平板を外板に加工する場合、特に曲率が大きい船首・船尾部分の外板の加工に適しているとはいえない。すなわち、外板から平板への展開が最適とは言えず、当該展開平板から外板への加工量が不必要に大きくなり、必ずしも加工効率がよいとはいえない場合がある。これは、従来の展開法が知識と経験に大きく依存していることによる。

【0006】

そこで、本発明は、加工量を低減させて外板の製造効率の向上を図り得る外板製造方法の指導用装置、外板展開方法の指導用装置およびコンピュータを当該装置として機能させるためのプログラムを提供することを解決課題とする。

【発明の開示】

【0007】

第1発明の外板製造方法の指導用装置は、コンピュータにより構成され、平板から所定形状の外板を製造する方法の指導用装置であって、前記外板上の点における前記外板の曲率が最大または最小となる直交する2つの方向のうち曲率絶対値が大きい方向に伸びるように前記点を通る線を第1外板格子線として決定するとともに、前記2つの方向のうち曲率絶対値が小さい方向に伸びるように前記点を通る線を第2外板格子線として決定することにより、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線により構成され、かつ、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線の交点を外板格子点とする外板格子系を決定する第1展開処理を実行する第1展開手段と、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として平板に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記平板に展開することにより、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線により構成され、かつ、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線の交点を平板格子点とする平板格子系を決定し、前記外板格子系から前記平板格子系への異なる展開態様のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記平板への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記異なる展開態様のうち前記累積値が最小となる一の展開態様にしたがって決定された一の前記平板格子系を決定する第2展開処理を実行する第2展開手段と、前記一の平板格子系と、前記外板格子系を前記一の平板格子系に展開する際における前記第2外板格子線の伸ばし率もしくは縮め率、または、当該伸ばし率または当該縮め率これに基づいて定まる外板製造時の前記平板の前記第2平板格子線に沿った縮め率もしくは縮め率とを表わす画像または音声を提供する、または、これらに係るデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることで前記一の平板格子系と、前記外板格子系を前記一の平板格子系に展開する際における前記第2外板格子線の伸ばし率もしくは縮め率、または、当該伸ばし率または当該縮め率これに基づいて定まる外板製造時の前記平板の前記第2平板格子線

10

20

30

40

50

に沿った縮め率もしくは縮め率とを表わす画像または音声を前記他のコンピュータに提供させる情報提供手段とを備えていることを特徴とする。

【0008】

第2発明の外板製造方法の指導用装置は、第1発明の外板製造方法の指導用装置において、前記情報提供手段が、前記外板格子系を構成する前記第1外板格子線の曲率を表わす画像または音声を提供する、または、これに係るデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることで前記外板格子系を構成する前記第1外板格子線の曲率を表わす画像または音声を前記他のコンピュータに提供させることを特徴とする。

【0009】

第3発明の外板製造方法の指導用装置は、第1または第2発明の外板製造方法の指導用装置において、前記情報提供手段が、前記第1平板格子線の決定に際して基礎とされた曲率が前記第1外板格子線の曲率に一致するように前記平板を前記第2平板格子線に沿って折り曲げて中間曲板を形成する手順と、前記縮め率または前記伸ばし率にしたがって前記中間曲板を前記第2平板格子線に沿って縮めまたは伸ばす手順とを含む前記外板の製造方法の手順を説明する画像または音声を提供する、または、これに係るデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることで前記外板の製造方法の手順を説明する画像または音声を前記他のコンピュータに提供させることを特徴とする。

【0010】

第4発明の外板製造方法の指導用装置は、第1～第3発明のうちいずれか1つの外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が前記外板格子系を断片的な前記外板格子系に分割し、前記断片的な外板格子系のそれぞれについて、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として中間面に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記中間面に展開し、複数の前記中間面のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記中間面への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の中間面に展開された前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定し、隣接しあう前記断片的な平板断片領域に含まれる前記第1平板格子線または前記第2平板格子線を相互に接続することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする。

【0011】

第5発明の外板製造方法の指導用装置は、第4発明の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が、前記第1外板格子線と、その両隣の前記第1外板格子線の間にある前記第2外板格子線とを包含する帯状の前記断片的な前記外板格子系を決定し、前記断片的な外板格子系に包含される前記外板格子点における前記第1外板格子線の接線ベクトルの延長線上に頂点を有し、前記外板格子点における前記第2外板格子線の曲率ベクトルに垂直で且つ前記曲率ベクトルをその絶対値の二乗で除したベクトルの終点を通る回転軸を有する円錐面を前記中間面として、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の中間面に展開された前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を円錐投射法により平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする。

【0012】

第6発明の外板製造方法の指導用装置は、第5発明の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が前記断片的な外板格子系に包含される前記第2外板格子線のうち、等高線の断片として前記円錐面としての前記中間面に展開されたときの曲率中心角が最大または最小となる一の前記第2外板格子線を基準として他の前記第2外板格子線が前記曲率中心角に一致するように伸ばされまたは縮められるときの前記第2外板格子線の伸ばし率または縮め率の累積値が最小となる円錐面を前記一の中間面として決定することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする。

【0013】

10

20

30

40

50

第7発明の外板製造方法の指導用装置は、第4、第5または第6発明の外板製造方法の指導用装置において、前記第2展開手段が隣接しあう前記断片的な平板格子系に含まれる前記第2外板格子線同士のずれを最小2乗法にしたがって最小とした上で前記第2外板格子線を接続することにより前記第2展開処理を実行することを特徴とする。

【0014】

第8発明の外板製造方法の指導用装置は、第1～第7発明のうちいずれか1つの外板製造方法の指導用装置において、前記第1展開手段が前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を決定し得ない局所的な鞍点または臍点の前記外板に存在する場合、前記外板の他の点から延び、前記鞍点または前記臍点を通る前記第1外板格子線および前記第2外板格子線を前記鞍点または前記臍点に関する前記第1外板格子線および前記第2外板格子線として決定することを特徴とする。

10

【0015】

本発明の外板製造方法の指導用装置によれば、外板製造時、平板をどのように曲げればよいか、また、中間曲板をどのように縮めればよいかまたは伸ばせばよいか第1および第2外板格子線により明示される。このため、熟練工でなくとも容易に平板から所定形状の外板を製造することができる。また、第2外板格子線がその縮め率または伸ばし率の累積値が最小となるように平板に展開されているので、外板製造時に必要な平板の縮め率または伸ばし率に応じた加工量を従来法よりも低減させ、外板製造効率の向上を図ることができる。

【0016】

第9発明の外板展開方法の指導用装置は、コンピュータにより構成され、所定形状の外板を平板に展開する方法の指導用装置であって、前記外板上の点における前記外板の曲率が最大または最小となる直交する2つの方向のうち曲率絶対値が大きい方向に伸びるように前記点を通る線を第1外板格子線として決定するとともに、前記2つの方向のうち曲率絶対値が小さい方向に伸びるように前記点を通る線を第2外板格子線として決定することにより、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線により構成され、かつ、前記第1外板格子線および前記第2外板格子線の交点を外板格子点とする外板格子系を決定する第1展開処理を実行する第1展開手段と、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として平板に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記平板に展開することにより、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線により構成され、かつ、前記第1平板格子線および前記第2平板格子線の交点を平板格子点とする平板格子系を決定し、前記外板格子系から前記平板格子系への異なる展開態様のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記平板への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記異なる展開態様のうち前記累積値が最小となる一の展開態様にしたがって決定された一の前記平板格子系を決定する第2展開処理を実行する第2展開手段と、前記第1展開処理および前記第2展開処理の手順を説明する画像または音声を提供する、または、前記第1展開処理および前記第2展開処理の手順を説明するデータをネットワークを介して他のコンピュータにアップロードすることにより前記他のコンピュータに前記第1展開処理および前記第2展開処理の手順を説明する画像または音声を提供させる情報提供手段とを備えていることを特徴とする。

20

30

40

【0017】

第10発明の外板展開方法の指導用装置は、第9発明の外板展開方法の指導用装置において、前記第2展開手段が前記外板格子系を断片的な前記外板格子系に分割し、前記断片的な外板格子系のそれぞれについて、前記第1外板格子線をその長さを維持しながら直線状の第1平板格子線として中間面に展開するとともに、前記第2外板格子線を必要に応じて伸縮させながら前記第1平板格子線に直交する第2平板格子線として前記中間面に展開し、複数の前記中間面のそれぞれについて前記第2外板格子線の前記中間面への展開時の伸ばし率または縮め率の累積値を算出し、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の中間面に展開された前記第1外板格子線および前記第

50

2 外板格子線を平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定し、隣接しあう前記断片的な平板断片領域に含まれる前記第 1 平板格子線または前記第 2 平板格子線を相互に接続することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする。

【0018】

第 1 1 発明の外板展開方法の指導用装置は、第 1 0 発明の外板展開方法の指導用装置において、前記第 2 展開手段が、前記第 1 外板格子線と、その両隣の前記第 1 外板格子線の間にある前記第 2 外板格子線とを包含する帯状の前記断片的な前記外板格子系を決定し、前記断片的な外板格子系に包含される前記外板格子点における前記第 1 外板格子線の接線ベクトルの延長線上に頂点を有し、前記外板格子点における前記第 2 外板格子線の曲率ベクトルに垂直で且つ前記曲率ベクトルをその絶対値の二乗で除したベクトルの終点を通る回転軸を有する円錐面を前記中間面として、前記複数の中間面のうち前記累積値が最小となる一の前記中間面を決定し、前記一の前記中間面に展開された前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線を円錐投影法により平板に断展開することにより断片的な前記平板格子系を決定することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする。

10

【0019】

第 1 2 発明の外板展開方法の指導用装置は、第 1 1 発明の外板展開方法の指導用装置において、前記第 2 展開手段が前記断片的な外板格子系に包含される前記第 2 外板格子線のうち、等高線の断片として前記円錐面としての前記中間面に展開されたときの曲率中心角が最大または最小となる一の前記第 2 外板格子線を基準として他の前記第 2 外板格子線が前記曲率中心角に一致するように伸ばされまたは縮められるときの前記第 2 外板格子線の伸ばし率または縮め率の累積値が最小となる円錐面を前記一の前記中間面として決定することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする。

20

【0020】

第 1 3 発明の外板展開方法の指導用装置は、第 1 0、第 1 1 または第 1 2 発明の外板展開方法の指導用装置において、前記第 2 展開手段が隣接しあう前記断片的な平板格子系に含まれる前記第 2 外板格子線同士のずれを最小 2 乗法にしたがって最小とした上で前記第 2 外板格子線を接続することにより前記第 2 展開処理を実行することを特徴とする。

【0021】

第 1 4 発明の外板展開方法の指導用装置は、第 9 ~ 第 1 3 発明のうちいずれか 1 つの外板展開方法の指導用装置において、前記第 1 展開手段が前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線を決定し得ない局所的な鞍点または臍点の前記外板に存在する場合、前記外板の他の点から延び、前記鞍点または前記臍点を通る前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線を前記鞍点または前記臍点に関する前記第 1 外板格子線および前記第 2 外板格子線として決定することを特徴とする。

30

【0022】

本発明の外板展開方法の指導用装置によれば、ユーザは外板展開方法の手順を把握することができる。

【0023】

第 1 5 発明の外板製造方法の指導用プログラムは、コンピュータを第 1 ~ 第 8 発明のうちいずれか 1 つの外板製造方法の指導用装置として機能させることを特徴とする。

40

【0024】

本発明の外板製造方法の指導用プログラムによれば、ユーザはプログラムのインストールもしくはダウンロード先の一のコンピュータ、またはデータのアップロード先の他のコンピュータを通じて外板製造方法の情報を把握することができる。より具体的には、ユーザは平板を第 2 外板格子線に沿ってどの程度曲げればよいか、中間曲板を第 2 外板格子線の方角にどの程度縮めればよいかまたは伸ばせばよいかを把握することができる。これにより、熟練を要せずに品質の高い外板製造が促進されるものと期待される。

【0025】

第 1 6 発明の外板展開方法の指導用プログラムは、コンピュータを第 9 ~ 第 1 4 発明のうちいずれか 1 つの外板展開方法の指導用装置として機能させることを特徴とする。

50



## 【0026】

本発明の外板展開方法の指導用プログラムによれば、ユーザはプログラムのインストールもしくはダウンロード先の一のコンピュータ、またはデータのアップロード先の他のコンピュータを通じて外板展開方法の手順を把握することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0027】

本発明の外板展開方法の指導用装置、外板製造方法の指導用装置およびこれら方法の指導用プログラムの実施形態について図面を用いて説明する。

## 【0028】

外板展開方法の適用対象は、次式(1)により表され、図1に示すようにx-y平板上の(R, 0)を中心とする半径rの円がz軸周りに回転することで得られるトーラスの断片を構成する外板Pである。 10

## 【0029】

$$(x - R \cos \theta)^2 + (y - R \sin \theta)^2 + z^2 = r^2$$

$$-0.4 [\text{rad}] \leq \theta \leq 0.4 [\text{rad}] \quad z = 0 \quad (1)$$

## 【0030】

外板展開方法の手順について図2～図10を用いて説明する。

## 【0031】

まず、外板Pの点(X, Y)において外板Pの曲率(=(曲率半径)<sup>-1</sup>)が正負も含めて最大、最小となる方向(図3/矢印1および矢印2)が決定される(図2(a)/s102)。また、これら方向のうち曲率絶対値が大きい方向(図3/矢印1)、すなわち、トーラス成形時にz軸周りに回転される半径rの円の周方向に延びて外板Pの各点を接続する第1外板格子線が決定される(図2(a)/s104、図4/L<sub>1</sub>参照)。さらに、これら方向のうち曲率絶対値が小さい方向(図3/矢印2)、すなわち、トーラス成形時に半径rの円を回転させる方向にそれぞれ伸びて外板Pの各点を接続する第2外板格子線が決定される(図2(a)/s104、図4/L<sub>2</sub>参照)。曲面の一点における曲率の算出方法は公知なのでここでは説明を省略する。なお、これらの方向に伸びる2つの外板格子線のうち、測地線からのずれが小さいほうが第1外板格子線L<sub>1</sub>として決定され、測地線からのずれが大きいほうが第2外板格子線L<sub>2</sub>として決定されてもよい。第1外板格子線L<sub>1</sub>および第2外板格子線L<sub>2</sub>は図4に示すように各外板格子点で直交する外板格子系を構成する。第1外板格子線L<sub>1</sub>の間隔、第2外板格子線L<sub>2</sub>の間隔、外板Pのスケールに応じて図4に示すよりも小さくされても、大きくされてもよい。 20 30

## 【0032】

次に、図5に斜線で示すように1本の第1外板格子線L<sub>1</sub>と、その両隣にある第1外板格子線L<sub>1</sub>の間の第2外板格子線L<sub>2</sub>の断片を含む形で外板Pを分割する帯状領域(断片的な外板格子系)pが決定される(図2(a)/s106)。帯状領域pは第1外板格子線L<sub>1</sub>に沿ってその一端から他端に向かい徐々に幅狭となる曲板となる。

## 【0033】

続いて、図6に示す円錐面(中間面)P'が仮決定される(図2(a)/s108)。円錐面P'は帯状領域p中の外板格子点における第1外板格子線L<sub>1</sub>の接線ベクトル(=dL<sub>1</sub>(s)/ds:L<sub>1</sub>(s)は線素sにおける第1外板格子線L<sub>1</sub>を表すベクトル)の延長線上に頂点tpを有する。また、円錐面P'は当該外板格子点における第2外板格子線L<sub>2</sub>の曲率ベクトル(=d<sup>2</sup>L<sub>2</sub>(t)/dt<sup>2</sup>:L<sub>2</sub>(t)は線素tにおける第2外板格子線L<sub>2</sub>を表すベクトル)に垂直で、且つ、当該曲率ベクトルをその長さの二乗で除したベクトル(={d<sup>2</sup>L<sub>2</sub>/dt<sup>2</sup>}/|d<sup>2</sup>L<sub>2</sub>/dt<sup>2</sup>|<sup>2</sup>)の終点を通る回転軸axを有する。 40

## 【0034】

次に、帯状領域pが仮決定された円錐面P'の一部p'として展開される(図2(a)/s110、図6参照)。具体的には帯状領域pの第1外板格子線L<sub>1</sub>が長さを維持したまま母線の断片として円錐面P'に展開される(図6L<sub>1</sub>'参照)。また、等高線の断片とし 50

て円錐面 P' に展開されたときの曲率中心角  $\theta$  が最大となる第 2 外板格子線  $L_2$  を基準に第 2 外板格子線  $L_2$  が最大曲率中心角  $\theta_{max}$  に一致するように適宜伸ばされ、等高線の断片として円錐面 P' に展開される ( 図 6  $L_2'$  参照 ) 。

【 0 0 3 5 】

ここで、円錐面 P' の等高線の断片 ( 図 6  $L_2'$  参照 ) へ展開されるとき帯状領域の第 2 外板格子線  $L_2$  のそれぞれの伸ばし率  $e x ( s ) ( = \theta_{max} / \theta ( s ) - 1 )$ 、さらには第 1 外板格子線  $L_1$  の全長にわたるその積分値 ( 累積値 )  $I s ( = \int d s \cdot e x ( s ) )$  が決定される ( 図 2 ( a ) / s 1 1 2 ) 。

【 0 0 3 6 】

伸ばし率  $e x ( s )$  は、第 2 外板格子線  $L_2$  が長さを維持したまま円錐面 P' に等高線の断片として展開され ( 図 6  $L_2'$  参照 )、円錐投影法により平板 P'' に緯線 ( 第 2 平板格子線 )  $L_2''$  の断片として展開された上で決定されてもよい ( 図 7 /  $L_2''$  参照 ) 。

10

【 0 0 3 7 】

当該円錐面 P' が点  $s_0$  において第 1 外板格子線  $L_1$  に接するとすると、点  $s$  における第 2 外板格子線  $L_2$  の伸ばし率  $e x ( s )$  は次式 ( 2 ) にしたがって決定される。

【 0 0 3 8 】

$$e x ( s ) = 1 - \theta ( s ; s_0 ) / \theta_{max} \quad ( 2 )$$

【 0 0 3 9 】

ここで  $\theta ( s ; s_0 )$  は平板 P'' に展開された弧状の第 2 平板格子線  $L_2''$  の断片の曲率中心角であり、 $\theta_{max}$  はその最大値である。また、 $\theta ( s ; s_0 )$  は第 2 平板格子線  $L_2''$  の長さ  $y ( s )$  と、曲率半径  $R ( s_0 ) - s_0 + s$  とから次式 ( 3 ) にしたがって決定される ( 図 7 参照 ) 。

20

【 0 0 4 0 】

$$\theta ( s ; s_0 ) = y ( s ) / \{ R ( s_0 ) - ( s_0 - s ) \} \quad ( 3 )$$

【 0 0 4 1 】

そして、各外板格子点について円錐面 P' の決定 ( s 1 0 8 )、帯状領域 p の当該円錐面 P' の一部 p' としての展開 ( s 1 1 0 ) および積分値  $I s$  の決定 ( s 1 1 2 ) が繰り返される。この上で、積分値  $I s$  が最小となる円錐面 P' が最適円錐面 ( 一の中間面 ) として本決定される ( 図 2 ( a ) / s 1 1 4 ) 。

【 0 0 4 2 】

ここで、第 1 外板格子線  $L_1$  の一端からの距離  $s_0$  が ( a ) 0、( b )  $0.11 r$ 、( c )  $0.22 r$ 、( d )  $0.33 r$ 、( e )  $0.44 r$  の位置で第 1 外板格子線  $L_1$  に接する円錐面 P' の断片 p' として帯状領域 p が展開されたとする。このとき、第 2 外板格子線  $L_2$  の伸ばし率  $e x ( s )$  が第 1 外板格子線  $L_1$  の全長に沿ってどのように変化するかについて図 8 を用いて説明する。図 8 の曲線  $e x ( s )$  と s 軸とにより囲まれる領域の面積が第 1 外板格子線  $L_1$  の全長にわたる積分値  $I s$  ( 図 2 ( a ) s 1 1 2 参照 ) に相当する。積分値  $I s$  は外板 P を平板 P'' に展開するとき、外板 P が第 2 外板格子線  $L_2$  に沿ってどれだけ伸ばされるかを表す。すなわち、積分値  $I s$  は外板 P を製造するとき平板 P'' が第 2 平板格子線  $L_2''$  に沿ってどれだけ縮められるかを表す。したがって、積分値  $I s$  が小さいほど、外板の製造効率の向上の観点から適切な展開法であることになる。図 8 をみると、たとえば ( a ) の場合、他の ( b ) ~ ( e ) の場合と比較して  $s = 0 \sim 0.4 r$  の範囲で特に大きく平板 P'' を第 2 平板格子線  $L_2''$  に沿って縮める必要があることがわかる。そうすると ( c ) の場合、すなわち帯状領域 p が  $s_0 = 0.22 r$  の位置で第 1 外板格子線  $L_1$  に接する円錐面 P' の断片 p' に展開される場合が最適であることがわかる。

30

40

【 0 0 4 3 】

続いて帯状領域 p が本決定された円錐面 P' の一部 p' として展開される ( 図 2 ( a ) / s 1 1 6 )。具体的には帯状領域 p の第 1 外板格子線  $L_1$  が長さを維持したまま母線の断片として最適円錐面 P' に展開される ( 図 6 /  $L_1$  参照 )。また、等高線の断片として最適円錐面 P' に展開されたとき曲率中心角  $\theta$  が最大となる第 2 外板格子線  $L_2$  を基準に他

50

の第2外板格子線  $L_2$  の断片が最大曲率中心角  $max$  に一致するように適宜伸ばされ、等高線の断片として最適円錐面  $P'$  に展開される（図6 /  $L_2$  参照）。

【0044】

次に、円錐面  $P'$  の一部  $p'$  として展開された帯状領域  $p$  が円錐投影法により扇形領域（断片的な平板格子系） $p''$  として平板  $P''$  に展開される（図2(a) / s118、図9参照）。具体的には、最適円錐面  $P'$  の第1外板格子線  $L_1'$  が経線（第1平板格子線）として扇形領域  $p''$  に展開される（図9  $L_1'$  参照）。また、円錐面  $P'$  の第2外板格子線  $L_2'$  が緯線（第2平板格子線）の断片として扇形領域  $p''$  に展開される（図9 /  $L_2''$  参照）。この上で、隣接する扇形領域  $p''$  に含まれる第2平板格子線  $L_2''$  同士が接続される（図2(a) / s120）。このとき、図9に示すように隣接する扇形領域  $p''$  に含まれる第2平板格子線  $L_2''$  にずれがあれば、最小2乗法によりずれの総量が最小化されるように第2平板格子線  $L_2''$  同士が接続される。

10

【0045】

こうして外板  $P$  が図10に示す略扇形の平板  $P''$  に展開される。具体的には、外板  $P$  の第1外板格子線  $L_1$  および第2外板格子線  $L_2$  が、各平板格子点において相互に直交する平板格子系を構成する第1平板格子線  $L_1''$  および第2平板格子線  $L_2''$  として平板  $P''$  に展開される。

【0046】

次に、図10に示す平板  $P''$  を加工して図1に示す外板  $P$  を製造する方法の手順について図2(b)を用いて説明する。

20

【0047】

まず、第1平板格子線  $L_1''$  に沿った曲率が決定される（図2(a) / s202）。この曲率は、外板  $P$  において曲率が最大・最小となる方向の決定（図2(a) s102）、第1外板格子線  $L_1$  および第2外板格子線  $L_2$  の決定（図2(a) / s104）の際に基礎とされた曲率から容易に決定され得る。

【0048】

次に、第2平板格子線  $L_2''$  に沿った平板  $P''$  の縮め率  $sh(s) (= 1 - (1 + ex(s))^{-1})$  が決定される（図2(b) / s204）。縮め率  $sh(s)$  は、最適円錐面の決定（図2(a) / s114）の基礎とされた外板  $P$  から円錐面  $P'$  への展開時における第2外板格子線  $L_2$  の伸ばし率  $ex(s)$  から容易に決定され得る。すなわち、外板  $P$  から円錐面  $P'$  への展開時に第2外板格子線  $L_2$  が全体の0.10倍だけ伸ばされたとすると、平板  $P''$  から外板  $P$  の製造時にはこの第2外板格子系  $L_2$  が平板  $P''$  に展開された結果としての第2平板格子線  $L_2''$  が全体の0.099倍だけ縮められればよい。

30

【0049】

続いて、第1平板格子線  $L_1''$  に沿った平板  $P''$  の各平板格子点における曲率が外板  $P$  の対応する外板格子点における第1外板格子線  $L_1$  にそった外板  $P$  の曲率に一致するように、平板  $P''$  が第2平板格子線  $L_2''$  に沿って曲げられる（図2(b) / s206）。

【0050】

そして、平板  $P''$  の第2平板格子線  $L_2''$  の長さが外板  $P$  の第2外板格子線  $L_2$  の長さに一致するように、平板  $P''$  が第2平板格子線  $L_2''$  に沿って、縮め率  $sh(s)$  にしたがって線加熱等の公知の手法により縮められる（図2(b) / s208）。これにより図1に示す外板  $P$  が製造されることになる。

40

【0051】

本願発明者の得た知見によれば、本発明の外板展開方法により得られた図10に示す平板  $P''$  の面積は図1に示す外板  $P$  の1.023倍である。これに対し、図1に示す外板  $P$  の2点  $(R \cos \theta, R \sin \theta, -r)$  および  $(R \cos \theta, -R \sin \theta, -r)$  を結ぶ線を測地線とする測地線展開法によれば、外板  $P$  は同様に略扇形の平板（図示略）に展開されるが、その面積は外板  $P$  の1.076倍である。これは、本発明の外板展開方法によれば平板  $P''$  を全体的に約2.2%縮めることで外板  $P$  を製造することができるのに対し、従来法の外板展開方法によれば外板  $P$  の製造に際して平板を全体的に約7.1

50

%縮める必要があることを意味する。すなわち、本発明の外板展開方法によれば、従来の測地線展開法と比較して外板Pの製造に必要な平板P"の縮め率が1/3程度に抑制される。したがって、本発明によれば、測地線展開法と比較して外板の作成に必要な平板の加工量を低減させ、外板の製造効率の確実な向上を図ることができる。

【0052】

また、本発明によれば、図10に示す平板P"をどこでどの方向に曲げ、どこをどの方向に縮めればよいかを平板格子系を構成する第1平板格子線L<sub>1</sub>"および第2平板格子線L<sub>2</sub>"を通じて把握することができる。また、曲率(図2(b)/s202参照)を通じて平板P"を第2平板格子線L<sub>2</sub>"に沿ってどの程度曲げればよいかを把握することができる。さらに、縮め率sh(s)(図2(b)/s204、図8の曲線(c)参照)を通じて平板P"が曲げられることで形成された中間曲板を第2平板格子線L<sub>2</sub>"に沿ってどの程度縮めればよいかを把握することができる。これにより、熟練を要せずに品質の高い外板製造が促進されるものと期待される。

10

【0053】

なお、本発明の外板展開方法および外板製造方法の適用対象は本実施形態では図1に示すようなトラスの断片を構成する外板Pであったが、他の実施形態としてこれ以外のあらゆる形状の外板であってもよい。

【0054】

また、最大曲率または最小曲率を示す方向が複数ある臍点(図11(a)のpp<sub>1</sub>参照)や、最大曲率および最小曲率の符号が逆で絶対値が同一となる鞍点(図11(b)のpp<sub>2</sub>参照)等、第1外板格子線L<sub>1</sub>および第2外板格子線L<sub>2</sub>が決定され得ない局所的な特異点(図11(c)参照)が外板Pに含まれる場合、他の外板格子点から延び、局所的な臍点または鞍点を通る第1外板格子線L<sub>1</sub>または第2外板格子線L<sub>2</sub>がそれぞれ臍点または鞍点に関する第1外板格子線L<sub>1</sub>または第2外板格子線L<sub>2</sub>として決定されてよい。

20

【0055】

本実施形態では帯状領域pが円錐面P'の一部p'として展開されたが、他の実施形態として円筒、筒体等の他のあらゆる可展面(中間面)の一部として展開されてもよい。

【0056】

本実施形態では平板P"が曲げられて形成された中間曲板が第2平板格子線L<sub>2</sub>"の方向に縮められることで外板Pが作成されたが、他の実施形態として中間曲板が第2平板格子線L<sub>2</sub>"の方向に伸ばされることで外板Pが製造されてもよい。

30

【0057】

当該他の実施形態では、帯状領域pが円錐面P'の断片p'として展開されるとき(図2(a)s110参照)、等高線L<sub>2</sub>'の断片として円錐面P'に展開されたときの曲率中心角が「最小」となる第2外板格子線L<sub>2</sub>を基準に第2外板格子線L<sub>2</sub>の断片が最小曲率中心角minに一致するように適宜「縮め」られ、等高線L<sub>2</sub>'の断片として円錐面に展開される(同)。

【0058】

また、円錐面P'の等高線L<sub>2</sub>'の断片へ展開されるとき(図2(a)s112参照)の帯状領域の第2外板格子線L<sub>2</sub>のそれぞれの縮め率sh(s)(= (s)/min-1)、さらには第1外板格子線L<sub>1</sub>の全長にわたる縮め率sh(s)に応じた平板P"の加工量の積分値(累積値)Is(= ds・sh(s))が決定される(図2(a)/s112参照)。

40

【0059】

この上で円錐面P'が本決定され、帯状領域pが円錐面P'の一部として展開され、さらに扇形領域p"に展開される(図2(a)/s114~s120)。この平板P"から図1の外板Pが製造されるとき、まず、第2外板格子線L<sub>2</sub>"に沿って平板P"が曲げられて中間曲板が形成される(図2(b)/s206)。この上で、中間曲板が第2平板格子線L<sub>2</sub>"の方向に伸ばし率ex(s)(= 1 - (1 + sh(s))<sup>-1</sup>)にしたがって伸ばされる(図2(b)/s208)。

【0060】

50

当該他の実施形態によれば、平板 P の伸ばし量を最小に抑制して外板 P の製造効率を向上させることができる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態の外板展開方法 および外板製造方法の少なくとも一方の手順説明がコンピュータプログラム（以下、単に「プログラム」という。）を利用して可能とされてもよい。この場合、プログラムはインストールまたはダウンロード先の一のコンピュータ（図示略）に以下に説明する諸機能を付与する。

【 0 0 6 2 】

上式（ 1 ）の入力のほか、カメラ等から外板 P の画像データの入力により、外板 P の形状を認識する機能が一のコンピュータに付与される。

10

【 0 0 6 3 】

また、形状が認識された外板 P を対象とする外板展開方法（図 2（ a ） / s 1 0 2 ~ 1 2 0 ）の情報を人間の視覚または聴覚を通じて認識可能な液晶パネル等の画像表示手段（図示略）やスピーカ等の発音手段（図示略）を通じて提供する機能が一のコンピュータに付与される。また、外板展開方法に係るデータを他のコンピュータにアップロードすることで、当該外板展開方法の情報を人間の視覚または聴覚を通じて認識可能な画像や音声を通じて提供する機能を付与する機能が一のコンピュータに付与されてもよい。

【 0 0 6 4 】

さらに、第 1 平板格子線  $L_1$  ” および第 2 平板格子線  $L_2$  ” を包含する平板 P ”（図 1 0 参照）、および外板 P の加工時における第 2 平板格子線  $L_2$  ” に沿った平板 P ” の伸ばし率  $e x ( s )$  もしくは縮め率  $s h ( s )$  または外板 P の展開時における第 2 外板格子線  $L_2$  の伸ばし率  $e x ( s )$  もしくは縮め率  $s h ( s )$ （図 8 参照）の情報を人間の視覚または聴覚を通じて認識可能な画像や音声を通じて提供する機能が一のコンピュータに付与される。また、これらに係るデータを他のコンピュータにアップロードすることで、当該他のコンピュータに第 1 平板格子線  $L_1$  ” および第 2 平板格子線  $L_2$  ” を包含する平板 P ” および外板 P の加工時における第 2 平板格子線  $L_2$  ” に沿った平板 P ” の伸ばし率  $e x ( s )$  もしくは縮め率  $s h ( s )$  または外板 P の展開時における第 2 外板格子線  $L_2$  の伸ばし率  $e x ( s )$  もしくは縮め率  $s h ( s )$  の情報を人間の視覚または聴覚を通じて認識可能な画像や音声を通じて提供する機能を付与する機能が一のコンピュータに付与されてもよい。

20

30

【 0 0 6 5 】

本プログラムによれば、直接のインストール先またはダウンロード先の一のコンピュータ、または当該一のコンピュータからデータがアップロードされた他のコンピュータを通じてユーザはその視覚または視覚および聴覚を通じて外板展開方法、外板製造方法の手順を容易に把握することができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態の外板展開方法（図 2（ a ））および外板製造方法（図 2（ b ））の少なくとも一方の手順説明がビデオテープ、DVD等の画像音声記録媒体を利用して可能とされてもよい。この場合、ビデオデッキやDVDプレーヤー等の再生装置により記録媒体に記録されている図 1 ~ 図 1 0 に示す画像、当該画像に関連する音声により、外板展開方法、外板製造方法の手順が説明される。

40

【 0 0 6 7 】

当該記録媒体によれば、ユーザは視覚、聴覚を通じて外板展開方法、外板製造方法の手順を容易に把握することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 外板展開方法および外板製造方法の適用対象となる外板の形状説明図

【 図 2 】（ a ） 外板展開方法の手順を示すフローチャート（ b ） 外板製造方法の手順を示すフローチャート

【 図 3 】 外板展開方法の手順説明図

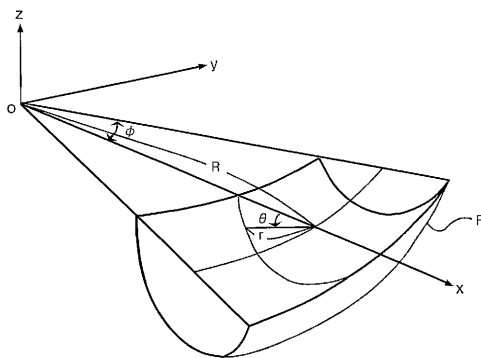
【 図 4 】 外板展開方法の手順説明図

50

- 【図5】外板展開方法の手順説明図
- 【図6】外板展開方法の手順説明図
- 【図7】外板展開方法の手順説明図
- 【図8】外板展開方法の手順説明図
- 【図9】外板展開方法の手順説明図
- 【図10】外板が展開された平板の説明図
- 【図11】(a) 臍点の説明図 (b) 鞍点の説明図
- 【図12】測地線展開法の概念説明図

【図1】

FIG.1



【図2】

FIG.2 (a)

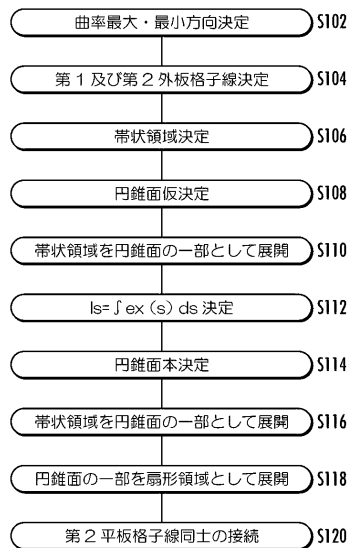
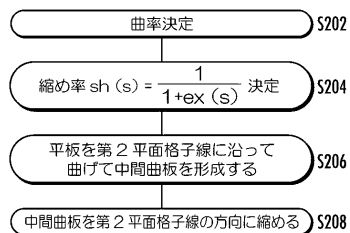
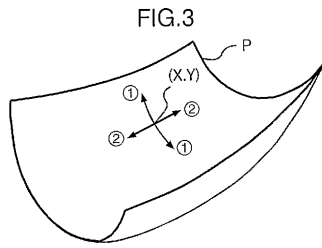


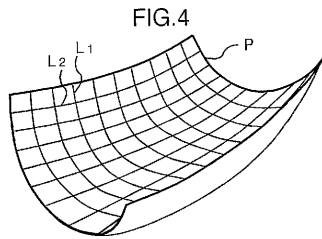
FIG.2 (b)



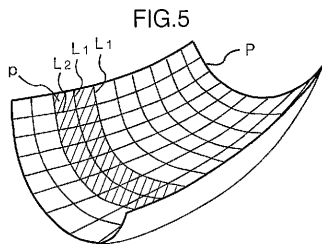
【 図 3 】



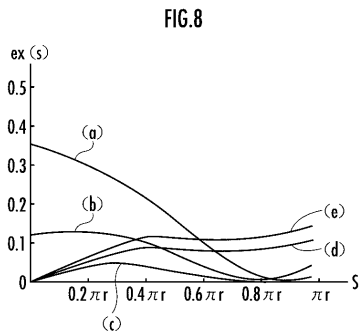
【 図 4 】



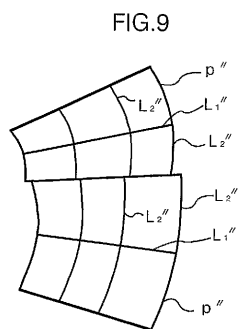
【 図 5 】



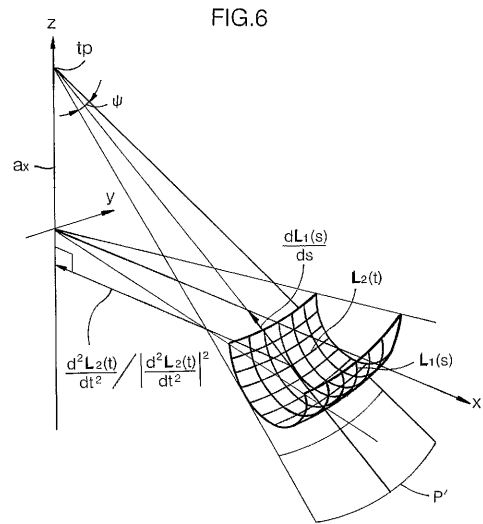
【 図 8 】



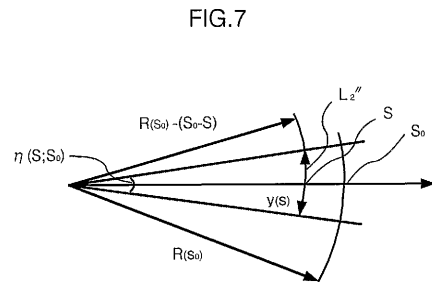
【 図 9 】



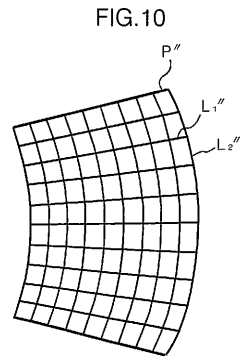
【 図 6 】



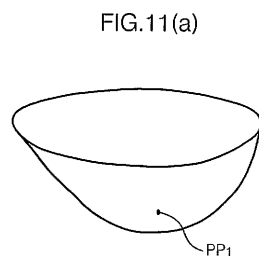
【 図 7 】



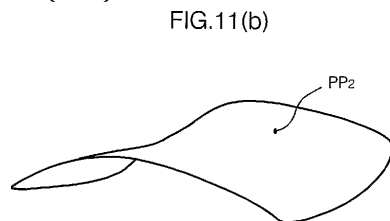
【 図 10 】



【 図 11 ( a ) 】

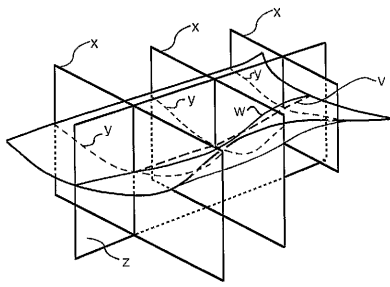


【 図 11 ( b ) 】



【 図 1 2 】

FIG.12





---

フロントページの続き

(72)発明者 松川 忠

東京都港区虎ノ門一丁目15番16号 社団法人日本中小型造船工業会内

審査官 田中 幸雄

(56)参考文献 Phillip Azariadis et al. , Design of plane developments of doubly curved surfaces , Computer-Aided Design , 英国 , Elsevier Science Ltd. , 1997年 , Vol. 29, No. 10 , pp675-685

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G06F 17/50