

(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
2016年4月21日(21.04.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/059858 A1

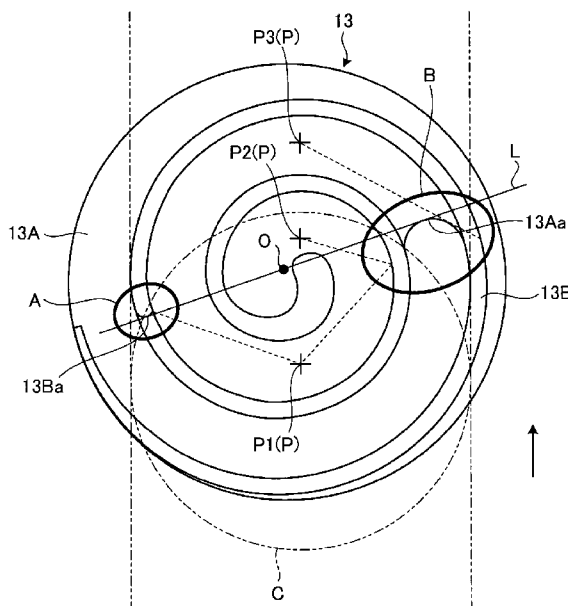
- (51) 国際特許分類:
F04C 18/02 (2006.01) B23P 17/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/072426
- (22) 国際出願日: 2015年8月6日(06.08.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-211938 2014年10月16日(16.10.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業オートモーティブサーマルシステムズ株式会社(MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES AUTOMOTIVE THERMAL SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4528561 愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 萩田 貴幸(HAGITA, Takayuki); 〒4528561 愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地 三菱重工業オートモーティブサーマルシステムズ株式会社内 Aichi (JP). 前口 貴治(MAEGUCHI, Takaharu); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). ▲濱▼▲崎▼ 昌典(HAMASAKI, Masafumi); 〒

1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 道下 幸雄(MICHISHITA, Yukio); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 河合 幸博(KAWAI, Yukihiko); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 小川 博史(OGAWA, Hiroshi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 竹内 真実(TAKEUCHI, Makoto); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 渡辺 和英(WATANABE, Kazuhide); 〒4528561 愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地 三菱重工業オートモーティブサーマルシステムズ株式会社内 Aichi (JP). 桑原 孝幸(KUWAHARA, Takayuki); 〒4528561 愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地 三菱重工業オートモーティブサーマルシステムズ株式会社内 Aichi (JP). 河崎 雅樹(KAWASAKI, Masaki); 〒4528561 愛知県清須市西枇杷島町旭三丁目1番地 三菱重工業オートモーティブサーマルシステムズ株式会社内 Aichi (JP). 藤田 勝博(FUJITA, Katsuhiko); 〒4528561 愛知県清須市西枇杷島町旭

[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION METHOD FOR COMPRESSOR SCROLLS, PRODUCTION DEVICE, COMPRESSOR SCROLL, AND SCROLL COMPRESSOR

(54) 発明の名称: 圧縮機用スクロールの製造方法、製造装置、圧縮機用スクロールおよびスクロール圧縮機



(57) Abstract: A production method for compressor scrolls, whereby cavitation bubbles are caused to appropriately collide at desired locations on a scroll. The production method includes a water jet peening step in which: cavitation bubbles formed by jetting a water jet are jetted on to one side surface of an end plate (13A) of a scroll (13), in water; and a stepped section (13Aa) and a step section (13Ba) are positioned on the outer circumferential section of the cavitation bubbles (C), in a state in which the centers (P1, P2, P3) of the cavitation bubbles are distanced from the helical center (O) of a wall (13B) in the end plate (13A).

(57) 要約: スcrollの所望箇所にキャビテーション気泡を適宜衝突させる。水中にて、ウォータージェットを噴射することで形成されるキャビテーション気泡をスクロール(13)の端板(13A)の一側面に向けて噴射させ、当該キャビテーション気泡の中心(P1, P2, P3)を端板(13A)における壁体(13B)の渦巻き状の中心(O)から離隔させた状態で、キャビテーション気泡(C)の外周部分に段差部(13Aa)および段付部(13Ba)を位置させるウォータージェットピーニング工程を含む。



三丁目 1 番地 三菱重エオートモーティブ
サーマルシステムズ株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1000013
東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の
門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際
特許事務所 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

圧縮機用スクロールの製造方法、製造装置、圧縮機用スクロールおよびスクロール圧縮機

技術分野

[0001] 本発明は、圧縮機に用いられるスクロールの製造方法、製造装置、圧縮機用スクロールおよびスクロール圧縮機に関するものである。

背景技術

[0002] 一般に、スクロール圧縮機は、端板の一側面に渦巻き状の壁体を立設した固定スクロールと、端板の一側面に固定スクロールの壁体と実質的に同一形状の渦巻き状の壁体を立設した旋回スクロールとを有している。そして、固定スクロールと旋回スクロールとの各端板の一側面を向き合わせて互いの壁体を組み合わせて配置する。この状態で固定スクロールに対して旋回スクロールを公転旋回運動させることで各壁体間に形成した圧縮室の容積を漸次減少させて当該圧縮室内の流体を圧縮する。

[0003] このような圧縮機に用いられるスクロールについて、従来、例えば、特許文献 1 に記載のスクロール圧縮機の製造方法では、固定または旋回の少なくともいずれかの一方のスクロールの端板（鏡板）の対向側（ラップ側）の面に、硬質微粒子を含んだ液体を噴射することで表面に潤滑油保持のための多数の微小な窪みを設けることが示されている。

[0004] 一方、従来、例えば、特許文献 2 に記載の金属材料の残留応力改善方法では、金属材料の溶接部またはその近傍において応力腐食割れが発生することを防止するため、ウォータージェット噴出によりキャビテーション現象によって発生するキャビテーション気泡を含む液体流を金属材料表面に衝突させることで、キャビテーション気泡の崩壊により生じる衝撃力によって金属材料に圧縮残留応力を発生させることが示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 9 － 7 4 5 4 0 号公報

特許文献2：特許第 3 1 6 2 1 0 4 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 圧縮機のスクロールは、端板と壁体の繋ぎ部分の隅部に運転時に応力集中が発生して疲労によるクラックが発生しやすい。従って、疲労によるクラックの発生が顕著である上記所望箇所に圧縮側の残留応力を負荷させ、疲労強度の向上を測ることが望ましい。その残留応力の負荷手段としては、ピーニングなどがあるが、通常のショットピーニングなどでは上記所望箇所にはピーニング用の鋼球などがあたらないためスクロールへの適用は適さない。また、ショットピーニングに対してウォータージェットによるキャビテーション気泡は、上記所望箇所のような狭い箇所にも届きやすいのでスクロールへの適用はショットピーニングなどよりも向いている。

[0007] しかし、ウォータージェットによるキャビテーション気泡が向いているとはいっても、スクロールは、端板に壁体が立設された形状であり、特許文献 2 に示す試験片のような板状ではないため、上記所望箇所にキャビテーション気泡を衝突させ難く、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させることが困難であるという問題があった。

[0008] 本発明は上述した課題を解決するものであり、スクロールの所望箇所にキャビテーション気泡を適宜衝突させることのできる圧縮機用スクロールの製造方法、製造装置、およびクラックの発生が防止された圧縮機用スクロールおよびスクロール圧縮機を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述の目的を達成するために、本発明の圧縮機用スクロールの製造方法は、第一端板の一側面に渦巻き状の第一壁体が設けられた第一スクロールと、第二端板の一側面に渦巻き状の第二壁体が設けられて当該第二壁体を前記第

ースクロールの前記第一壁体に対してかみ合わせた状態で自転を阻止されつつ公転旋回可能に支持される第二スクロールと、を有し、各前記端板の各前記一側面の高さを各前記壁体に沿う渦の中心部側で高くし外終端側で低くした段差部、および各前記壁体の高さを渦の中心部側で低くし外終端側で高くして各前記スクロールで相互の前記段差部に係合する段付部が形成された圧縮機用スクロールの製造方法であって、水中にて、ウォータージェットを噴射することで形成されるキャビテーション気泡を前記スクロールにおける前記端板の前記一側面に向けて噴射させ、当該キャビテーション気泡の中心を前記端板における前記壁体の渦巻き状の中心から離隔させた状態で、前記キャビテーション気泡の外周部分に前記段差部および前記段付部を位置させるウォータージェットピーニング工程を含むことを特徴とする。

[0010] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、キャビテーション気泡の中心を端板における壁体の渦巻き状の中心から離隔させた状態で、キャビテーション気泡の範囲の外周部分に段差部および段付部を位置させると、キャビテーション気泡の中心の位置が、壁体による渦巻き状の通路において段差部および段付部近傍の壁体の接合する隅部に至り直線上の位置となり、キャビテーション気泡を含む液体流の流れが壁体により妨害されないため、隅部にキャビテーション気泡を衝突させることができる。つまり、スクロールの所望箇所にキャビテーション気泡を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0011] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造方法では、前記ウォータージェットピーニング工程は、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの前記位置を含み、前記段差部と前記段付部とを直線で結ぶ仮想線に交差するように、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとを相対移動させることを特徴とする。

[0012] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、スクロールの所望箇所（隅部）にキャビテーション気泡を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

- [0013] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造方法では、前記ウォータージェットピーニング工程は、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの前記位置において、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの相対移動を所定時間停止することを特徴とする。
- [0014] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、スクロールの所望箇所（隅部）にキャビテーション気泡を十分に衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。
- [0015] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造方法では、前記スクロールに表面処理を実施する以前に、前記ウォータージェットピーニング工程を行うことを特徴とする。
- [0016] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、スクロールに表面処理を実施する以前に、ウォータージェットピーニング工程を行うことで、キャビテーション気泡の衝突による圧縮残留応力の発生を助勢し、クラックの発生を防止する効果を顕著に得ることができる。
- [0017] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造方法では、前記キャビテーション気泡を発生させる水中に洗浄液を混入することを特徴とする。
- [0018] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、ウォータージェットピーニング工程と同時に洗浄液によるスクロールの洗浄を行うことができる。
- [0019] 上述の目的を達成するために、本発明の圧縮機用スクロールの製造装置は、第一端板の一側面に渦巻き状の第一壁体が設けられた第一スクロールと、第二端板の一側面に渦巻き状の第二壁体が設けられて当該第二壁体を前記第一スクロールの前記第一壁体に対してかみ合わせた状態で自転を阻止されつつ公転旋回可能に支持される第二スクロールと、を有し、各前記端板の各前記一側面の高さを各前記壁体に沿う渦の中心部側で高くし外終端側で低くした段差部、および各前記壁体の高さを渦の中心部側で低くし外終端側で高くして各前記スクロールで相互の前記段差部に係合する段付部が形成された圧縮機用スクロールの製造装置であって、水が満たされる容器と、前記容器内に前記スクロールを位置決めして配置する位置決手段と、前記容器内の水中

に配置されて前記スクロールに向けてウォータージェットを噴射するノズルを有するウォータージェット噴射手段と、を備え、前記ウォータージェット噴射手段のウォータージェットにより前記容器の水の中に生じるキャビテーション気泡を、前記位置決手段により位置決めされた前記スクロールの前記一側面に向けて噴射させ、当該キャビテーション気泡の中心を前記端板における前記壁体の渦巻き状の中心から離隔させた状態で、前記キャビテーション気泡の外周部分に前記段差部および前記段付部を位置させることを特徴とする。

[0020] この圧縮機用スクロールの製造装置によれば、上述した圧縮機用スクロールの製造方法におけるウォータージェットピーニング工程を実施できる。

[0021] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造装置では、前記位置決手段は、前記スクロールにおける前記端板に係合して前記スクロールを固定する固定機構を有することを特徴とする。

[0022] この圧縮機用スクロールの製造装置によれば、固定機構によりスクロールを固定することで、キャビテーション気泡がスクロールに衝突する際にスクロールを保持し、所望箇所（隅部）にキャビテーション気泡を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0023] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造装置では、前記位置決手段は、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの前記位置を含み、前記段差部と前記段付部とを直線で結ぶ仮想線に交差するように、前記スクロールを移動させる移動機構を有することを特徴とする。

[0024] この圧縮機用スクロールの製造装置によれば、スクロールの所望箇所（隅部）にキャビテーション気泡を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0025] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造装置では、前記移動機構は、前記固定機構を複数有して複数の前記スクロールを移動させることを特徴とする。

[0026] この圧縮機用スクロールの製造装置によれば、複数のスクロールの所望箇所（隅部）に、順次キャビテーション気泡を適宜衝突させることができる。この結果、上述した圧縮機用スクロールの製造方法におけるウォータージェットピーニング工程を効率的に実施できる。

[0027] また、本発明の圧縮機用スクロールの製造装置では、前記ウォータージェット噴射手段は、前記キャビテーション気泡が前記スクロールに対して旋回するように前記ノズルを旋回移動させる旋回機構を有することを特徴とする。

[0028] この圧縮機用スクロールの製造装置によれば、端板と壁体との内角部である所望箇所（隅部）に対してキャビテーション気泡が直接衝突するため、スクロールの所望箇所にキャビテーション気泡を十分に衝突させることができる。

[0029] 上述の目的を達成するために、本発明の圧縮機用スクロールは、上述した圧縮機用スクロールの製造装置を用いて作成されたことを特徴とする。

[0030] この圧縮機用スクロールによれば、クラックの発生が防止され、当該クラックに基づく故障の発生を低減することができる。

[0031] 上述の目的を達成するために、本発明のスクロール圧縮機は、上述した圧縮機用スクロールが適用されたことを特徴とする。

[0032] このスクロール圧縮機によれば、スクロールにおけるクラックの発生が防止され、当該クラックに基づく故障の発生を低減することができる。

発明の効果

[0033] 本発明によれば、スクロールの所望箇所にキャビテーション気泡を適宜衝突させることができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]図1は、本発明の実施形態に係るスクロール圧縮機の一例をあらわす断面図である。

[図2]図2は、本発明の実施形態に係る固定スクロールおよび旋回スクロールの斜視図である。

[図3]図 3 は、本発明の実施形態に係る固定スクロールの正面図である。

[図4]図 4 は、本発明の実施形態に係る旋回スクロールの正面図である。

[図5]図 5 は、本発明の実施形態に係る圧縮機用スクロールの製造方法をあらわす概略図である。

[図6]図 6 は、本発明の実施形態に係る圧縮機用スクロールの製造装置をあらわす概略側面図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

[0036] 図 1 は、本実施形態に係るスクロール圧縮機の一例をあらわす断面図、図 2 は、本実施形態に係る固定スクロールおよび旋回スクロールの斜視図、図 3 は、本実施形態に係る固定スクロールの正面図、図 4 は、本実施形態に係る旋回スクロールの正面図である。

[0037] 図 1 に示すスクロール圧縮機 10 は、主として車両用空調装置の冷媒を圧縮するために用いられる。このスクロール圧縮機 10 は、ハウジング 11 の内部に、第一スクロールとしての固定スクロール 12 および第二スクロールとしての旋回スクロール 13 からなるスクロール圧縮機構が配設される。

[0038] ハウジング 11 は、ハウジング本体 11A と蓋体 11B とで構成されている。ハウジング本体 11A は、筒状の大径部 11Aa と小径部 11Ab とが一体に形成された中空形状である。ハウジング本体 11A の大径部 11Aa 側は、その開口端部にお椀型の蓋体 11B が嵌合した状態で、複数のボルト 20 により固定されて閉塞される。ハウジング本体 11A の小径部 11Ab 側は、駆動軸 14 が挿通され、軸シール 11D により駆動軸 14 との間が封止される。このようにして、ハウジング 11 は、スクロール圧縮機構全体を包む密閉容器として構成される。

[0039] 固定スクロール 12 は、図 2 に示すように、円盤形状をなす端板（ディス

ク) 12Aと、この端板12Aの一側面に立設して渦巻き状に形成された壁体(ラップ)12Bと、を有している。

[0040] 固定スクロール12は、図2および図3に示すように、端板12Aにおいて壁体12Bを立設した一側面に、壁体12Bの渦の方向に沿って中心部側で高く外終端側で低くなるように段差部12Aaが形成されている。また、固定スクロール12は、壁体12Bにおいて渦の中心部側で低く外終端側で高くなるように段付部12Baが形成されている。さらに、固定スクロール12は、壁体12Bの端縁に溝が形成され、当該溝にチップシール12Bbが設けられる。なお、本実施形態において、固定スクロール12は、図3に示すように、端板12Aにおいて後述する圧縮室S1における過大圧縮を防止するためのバイパス孔12Abが形成されている。

[0041] 旋回スクロール13は、図2に示すように、固定スクロール12と同様に、円盤形状をなす端板(ディスク)13Aと、この端板13Aの一側面に立設して渦巻き状に形成された壁体(ラップ)13Bと、を有している。

[0042] 旋回スクロール13は、図2および図4に示すように、固定スクロール12と同様に、端板13Aにおいて壁体13Bを立設した一側面に、壁体13Bの渦の方向に沿って中心部側で高く外終端側で低くなるように段差部13Aaが形成されている。また、旋回スクロール13は、壁体13Bにおいて渦の中心部側で低く外終端側で高くなるように段付部13Baが形成されている。さらに、旋回スクロール13は、壁体13Bの端縁に溝が形成され、当該溝にチップシール13Bbが設けられる。

[0043] これら、固定スクロール12および旋回スクロール13は、図1に示すように、ハウジング本体11Aの大径部11Aa内に配設され、相互の端板12A、13Aの一側面を対向し壁体12B、13Bが180°だけ位相をずらして噛み合うように組み合わされて先端が端板12A、13Aの一側面に接触した状態で、端板12A、13Aおよび壁体12B、13Bで区画された空間に圧縮室S1が形成される。この際、固定スクロール12および旋回スクロール13は、相互に組み合わされた状態で、相互の段差部12Aa、

13Aaと段付部12Ba, 13Baとが係合することになる。また、図1に示すように、ハウジング本体11A内において、固定スクロール12および旋回スクロール13の各壁体12B, 13Bが組み合わされた外周に、圧縮室S1に通じる吸入室S3が形成される。そして、ハウジング本体11Aは、冷媒ガスを吸入する吸入口11Acが形成され、この吸入口11Acが吸入室S3に開口している。

[0044] また、固定スクロール12は、図1に示すように、端板12Aの他側面の外周部が蓋体11Bの内周面に密着、かつ嵌合した状態で、複数のボルト21により蓋体11Bに対して複数箇所固定される。このようにして、固定スクロール12の端板12Aの他側に、ハウジング11の蓋体11Bとの間の空間である吐出室S2が区画される。固定スクロール12は、端板12Aにおいて壁体12Bの渦巻き状の中央となる位置に、圧縮室S1および吐出室S2に通じるように貫通して形成された吐出ポート12Cが設けられている。また、固定スクロール12は、端板12Aに、所定の大きさ以上の圧力が作用した場合にのみ吐出ポート12Cを開くように板バネにより形成された吐出弁12Dが設けられている。

[0045] また、旋回スクロール13は、端板13Aの他側面がハウジング本体11A内における大径部11Aaと小径部11Abとの境となる壁面11Adに当接することで、駆動軸14の延在方向である軸方向への移動が規制される。

[0046] 駆動軸14は、上述したように、ハウジング本体11Aの小径部11Abに挿通されている。駆動軸14は、図1に示すように、小径部11Ab内において、一端部14Aが軸受22により支持され、中央部に形成された大径の円盤部14Bが軸受23により支持されて、回転自在に設けられている。また、駆動軸14は、その他端部において、駆動軸14の回転中心に対して偏心した偏心軸14Cが円盤部14Bに一体に設けられている。この偏心軸14Cは、駆動軸14の回転に伴って旋回移動する。

[0047] 偏心軸14Cは、その外周部にバランスブッシュ24が嵌合されている。

バランスブッシュ 24 は、偏心軸 14 C と一体に旋回移動する。また、バランスブッシュ 24 は、旋回スクロール 13 に生じるアンバランス量を打ち消すためのバランスウェイト 24 A が一体に設けられている。バランスブッシュ 24 の偏心軸 14 C に嵌合された部分は、円柱形状に形成され、その外周部に円環状のドライブブッシュ 25 が装着されている。

[0048] その一方で、旋回スクロール 13 は、端板 13 A の他側の中央部に突出するボス 13 C が設けられている。ボス 13 C には、壁体 12 B の渦巻き状の中央となる位置に中心を有する円形状の凹部 13 D が形成されている。そして、この旋回スクロール 13 の凹部 13 D に、軸受 26 を介して相対回転可能にドライブブッシュ 25 が挿入されている。また、旋回スクロール 13 は、端板 13 A の他側の外周部に円形状の自転規制凹部 13 E が形成されている。自転規制凹部 13 E は、凹部 13 D を中心として複数設けられている。この自転規制凹部 13 E は、ハウジング本体 11 A に固定された自転防止ピン 11 A e が挿入されている。自転防止ピン 11 A e が自転規制凹部 13 E に挿入することで、旋回スクロール 13 の自転が阻止される。

[0049] また、駆動軸 14 は、駆動部 15 により回転を駆動される。駆動部 15 は、ハウジング本体 11 A の小径部 11 A b の外周部に装着された軸受 27 により回転自在に支持されたプーリ 15 A を有する。また、駆動部 15 は、駆動軸 14 の一端部 14 A に対してナット 28 により固定された回転板 15 B を有する。回転板 15 B は、その外周部に支持リング 15 C が連結されている。そして、この支持リング 15 C にプーリ 15 A の端面が固定されている。また、プーリ 15 A は、その内部に電磁クラッチ 15 D が設けられている。このプーリ 15 A は、図示しない駆動ベルトを介して駆動源（例えば、エンジン）からの回転が伝達される。

[0050] このように構成されたスクロール圧縮機 10 は、電磁クラッチ 15 D が解除されている状態で、駆動源の回転が駆動部 15 のプーリ 15 A に伝達され駆動軸 14 が回転する。この駆動軸 14 の回転により、偏心軸 14 C が偏心して回転移動する。そして、偏心軸 14 C の回転移動が、バランスブッシュ

24 およびドライブブッシュ25を介して旋回スクロール13に伝達される。旋回スクロール13は、自転規制凹部13Eと自転防止ピン11Aeとの係合により自転が阻止されながら公転回転する。これにより、冷媒ガスが吸入口11Acからハウジング11内の吸入室S3に吸い込まれ、この吸入室S3の冷媒ガスが圧縮室S1に吸い込まれる。そして、旋回スクロール13が回転を続けると、これに伴って圧縮室S1が各スクロール12, 13の中央に向かって次第に狭められ、容積が減少することで内部の冷媒ガスが圧縮されながら各スクロール12, 13の中央部に流動し、やがて吐出ポート12Cに至り、吐出弁12Dが圧縮室S1と吐出室S2との差圧により開閉する。即ち、圧縮室S1の冷媒ガスが圧縮されてその圧力が吐出室S2の圧力よりも高くなることで、この冷媒ガスが吐出弁12Dを押し開いて吐出室S2に流出する。その後、高圧の冷媒ガスは、吐出室S2から蓋体11Bに形成された吐出口（図示せず）を経てハウジング11の外部に吐き出され、車両に搭載された空調機に導入される。

[0051] 以下、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法および製造装置について説明する。図5は、本実施形態に係る圧縮機用スクロールの製造方法をあらわす概略図である。図6は、本実施形態に係る圧縮機用スクロールの製造装置をあらわす概略側面図である。なお、以下の説明において、圧縮機用スクロールとは、上述した固定スクロール12および旋回スクロール13を含んでおり、以下では、単にスクロールという。また、以下の説明では、便宜上、スクロールとして図5および図6に旋回スクロール13を図示して説明する。

[0052] 本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法および製造装置は、スクロール13の端板13Aと壁体13Bとの隅部におけるクラック発生を改善するため、当該隅部に対し、水中にてウォータージェットの噴出によりキャビテーション現象によって発生するキャビテーション気泡を含む液体流を衝突させることで、キャビテーション気泡の崩壊により生じる衝撃力によって金属材料に圧縮残留応力を発生させる。

[0053] ここで、クラックが顕著に表れやすい部分であって、圧縮残留応力を発生させたい所望箇所は、図5に示すように、段付部13Baが設けられている付近の渦の壁体13B付け根の隅部A、および段差部13Aaが設けられている付近の渦の壁体13B付け根の各隅部Bがある。この隅部A、Bは応力集中をしやすい形状となっている。また、特にこの隅部Bは隅部と隅部が合流する部分になり特に応力集中しやすい。そのため隅部A、Bにキャビテーション気泡を衝突させることが望まれる。

[0054] そこで、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法では、図5に示すように、ウォータージェットピーニング工程として、スクロール13における端板13Aの一側面に向けてキャビテーション気泡Cを噴射させ、当該キャビテーション気泡Cの中心Pを端板13Aにおける壁体13Bの渦巻き状の中心Oから離隔させた状態で、キャビテーション気泡Cの範囲（図5中二点鎖線で示す円の範囲）の外周部分に段差部13Aaおよび段付部13Baを位置させる。キャビテーション気泡Cの中心Pの位置は、図5に示すように、壁体13Bによる渦巻き状の通路において隅部A、Bが直線上に位置するP1や、壁体13Bによる渦巻き状の通路において隅部Bが直線上に位置するP2や、壁体13Bによる渦巻き状の通路において隅部Bが直線上に位置するP3がある。

[0055] 例えば、キャビテーション気泡Cの中心Pを端板13Aにおける壁体13Bの渦巻き状の中心O上に位置させた場合、壁体13Bによる渦巻き状の通路において隅部A、Bが直線上に位置しないことから、キャビテーション気泡Cを含む液体流の流れが壁体13Bにより妨害されて乱れるため、隅部A、Bにキャビテーション気泡Cが衝突し難くなっているものと考えられる。

[0056] これに対し、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法によれば、上述したように、キャビテーション気泡Cの中心Pを端板13Aにおける壁体13Bの渦巻き状の中心Oから離隔させた状態で、キャビテーション気泡Cの範囲の外周部分に段差部13Aaおよび段付部13Baを位置させると、キャビテーション気泡Cの中心Pの位置が、壁体13Bによる渦巻き状の通路

において段差部 1 3 A a および段付部 1 3 B a 近傍の壁体 1 3 B の隅部 A, B に至り直線上の位置 P 1, P 2, P 3 となり、キャビテーション気泡 C を含む液体流の流れが壁体 1 3 B により妨害されないため、隅部 A, B にキャビテーション気泡 C を衝突させることができる。つまり、スクロール 1 3 の所望箇所にキャビテーション気泡 C を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0057] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法では、図 5 に示すように、ウォータージェットピーニング工程は、キャビテーション気泡 C とスクロール 1 3 との前記位置 P 1, P 2, P 3 を含み、段差部 1 3 A a と段付部 1 3 B a とを直線で結ぶ仮想線 L に交差するように、キャビテーション気泡 C とスクロール 1 3 とを相対移動させる。移動に関しては、キャビテーション気泡 C や、スクロール 1 3 や、キャビテーション気泡 C およびスクロール 1 3 を移動させる。

[0058] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、スクロール 1 3 の所望箇所（隅部 A, B）にキャビテーション気泡 C を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0059] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法では、ウォータージェットピーニング工程は、キャビテーション気泡 C とスクロール 1 3 との前記位置 P 1, P 2, P 3 において、キャビテーション気泡 C とスクロール 1 3 との相対移動を所定時間停止する。

[0060] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、スクロール 1 3 の所望箇所（隅部 A, B）にキャビテーション気泡 C を十分に衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。なお、所定時間とは、所望箇所に圧縮残留応力を発生させる所要時間である。

[0061] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法では、スクロール 1 3 に表面処理を実施する以前に、ウォータージェットピーニング工程を行う。

[0062] 表面処理は、例えば、スクロール 13 がアルミニウム合金で形成される場合に、その耐食性および耐摩耗性の向上を図るために表面をアルマイトでコーティングするアルマイト処理がある。この表面処理を実施すると、キャビテーション気泡 C の衝突による圧縮残留応力の発生が抑えられ、クラックの発生を防止する効果が低下するおそれがある。従って、この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、スクロール 13 に表面処理を実施する以前に、ウォータージェットピーニング工程を行うことで、キャビテーション気泡 C の衝突による圧縮残留応力の発生を助勢し、クラックの発生を防止する効果を顕著に得ることができる。

[0063] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造方法では、キャビテーション気泡 C を発生させる水中に洗浄液を混入する。

[0064] この圧縮機用スクロールの製造方法によれば、ウォータージェットピーニング工程と同時に洗浄液によるスクロール 13 の洗浄を行うことができる。

[0065] ここで、上述した圧縮機用スクロールの製造方法を実施するための圧縮機用スクロールの製造装置について説明する。

[0066] 本実施形態の圧縮機用スクロールの製造装置 1 は、図 6 に示すように、水が満たされる容器 2 と、容器 2 内にスクロール 13 を位置決めして配置する位置決手段 3 と、容器 2 内の水中に配置されてスクロール 13 に向けてウォータージェット J を噴射するノズル 4 A を有するウォータージェット噴射手段 4 と、を備える。

[0067] 容器 2 は、ノズル 4 A から噴射されたウォータージェット J により生じるキャビテーション気泡 C が、位置決手段 3 により位置決めされたスクロール 13 に対して、上述したウォータージェットピーニング工程を実施できる水深が得られるものである。

[0068] 位置決手段 3 は、上述したウォータージェットピーニング工程を実施できるように、容器 2 内でスクロール 13 を位置決めして配置するものである。位置決手段 3 は、例えば、スクロール 13 における端板 13 A の他側面に当接する当接部 3 A と、スクロール 13 における端板 13 A の周縁の複数箇所

(例えば、3箇所)に係合するチャック部3Bと、を有する。

[0069] ウォータージェット噴射手段4は、ノズル4Aと、ノズル4Aを支持するノズル支持部4Bと、ノズル4Aに高圧水を供給する高圧水ポンプ4Cと、を有する。

[0070] そして、この圧縮機用スクロールの製造装置1は、ウォータージェット噴射手段4のウォータージェットJにより容器2の水中にて生じるキャビテーション気泡Cを、位置決手段3により位置決めされたスクロール13の一側面に向けて噴射させ、図5に示すように、当該キャビテーション気泡Cの中心Pを端板13Aにおける壁体13Bの渦巻き状の中心Oから離隔させた状態で、キャビテーション気泡Cの外周部分に段差部13Aaおよび段付部13Baを位置させる。

[0071] このような圧縮機用スクロールの製造装置1によれば、上述した圧縮機用スクロールの製造方法におけるウォータージェットピーニング工程を実施できる。

[0072] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造装置1では、位置決手段3は、スクロール13における端板13Aに係合してスクロール13を固定する固定機構である当接部3Aおよびチャック部3Bを有する。

[0073] この圧縮機用スクロールの製造装置1によれば、固定機構によりスクロール13を固定することで、キャビテーション気泡Cがスクロール13に衝突する際にスクロール13を保持し、所望箇所(隅部A, B)にキャビテーション気泡Cを適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0074] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造装置1では、位置決手段3は、図5および図6に示すように、キャビテーション気泡Cとスクロール13との前記位置P1, P2, P3を含み、段差部13Aaと段付部13Baとを直線で結ぶ仮想線Lに交差するように、スクロール13を移動させる移動機構3Cを有する。

[0075] 移動機構3Cは、固定機構(当接部3Aおよびチャック部3B)を支持し

た状態で平行移動させるもので、例えば、ベルトコンベアが好ましい。

[0076] この圧縮機用スクロールの製造装置 1 によれば、スクロール 1 3 の所望箇所（隅部 A, B）にキャビテーション気泡 C を適宜衝突させることができ、当該所望箇所に圧縮残留応力を発生させ、クラックの発生を防止することができる。

[0077] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造装置 1 では、移動機構 3 C は、固定機構を複数有して複数のスクロール 1 3 を移動させる。

[0078] この圧縮機用スクロールの製造装置 1 によれば、複数のスクロール 1 3 の所望箇所（隅部 A, B）に、順次キャビテーション気泡 C を適宜衝突させることができる。この結果、上述した圧縮機用スクロールの製造方法におけるウォータージェットピーニング工程を効率的に実施できる。

[0079] また、本実施形態の圧縮機用スクロールの製造装置 1 では、ウォータージェット噴射手段 4 は、キャビテーション気泡 C がスクロール 1 3 に対して旋回するようにノズル 4 A を旋回移動させる旋回機構 4 D を有する。

[0080] 旋回機構 4 D は、ノズル支持部 4 B に設けられており、ノズル 4 A によるウォータージェット J の噴射方向を図 6 に示す鉛直線 V に対して傾け、かつ鉛直な軸を中心に回転させるものである。このようにすることで、端板 1 3 A と壁体 1 3 B との内角部である所望箇所（隅部 A, B）に対してキャビテーション気泡 C が直接衝突するため、スクロール 1 3 の所望箇所にキャビテーション気泡 C を十分に衝突させることができる。

符号の説明

- [0081] 1 圧縮機用スクロールの製造装置
 2 容器
 3 位置決手段
 3 C 移動機構
 4 ウォータージェット噴射手段
 4 A ノズル
 4 D 旋回機構

1 2 固定スクロール（第一スクロール）

1 2 A 端板

1 2 A a 段差部

1 2 B 壁体

1 2 B a 段付部

1 3 旋回スクロール（第二スクロール）

1 3 A 端板

1 3 A a 段差部

1 3 B 壁体

1 3 B a 段付部

A, B 隅部

C キャビテーション気泡

J ウォータージェット

L 仮想線

O 中心

P 中心

P 1, P 2, P 3 位置

請求の範囲

[請求項1] 第一端板の一側面に渦巻き状の第一壁体が設けられた第一スクロールと、第二端板の一側面に渦巻き状の第二壁体が設けられて当該第二壁体を前記第一スクロールの前記第一壁体に対してかみ合わせた状態で自転を阻止されつつ公転旋回可能に支持される第二スクロールと、を有し、各前記端板の各前記一側面の高さを各前記壁体に沿う渦の中心部側で高くし外終端側で低くした段差部、および各前記壁体の高さを渦の中心部側で低くし外終端側で高くして各前記スクロールで相互の前記段差部に係合する段付部が形成された圧縮機用スクロールの製造方法であって、

水中にて、ウォータージェットを噴射することで形成されるキャビテーション気泡を前記スクロールにおける前記端板の前記一側面に向けて噴射させ、当該キャビテーション気泡の中心を前記端板における前記壁体の渦巻き状の中心から離隔させた状態で、前記キャビテーション気泡の外周部分に前記段差部および前記段付部を位置させるウォータージェットピーニング工程を含むことを特徴とする圧縮機用スクロールの製造方法。

[請求項2] 前記ウォータージェットピーニング工程は、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの前記位置を含み、前記段差部と前記段付部とを直線で結ぶ仮想線に交差するように、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとを相対移動させることを特徴とする請求項1に記載の圧縮機用スクロールの製造方法。

[請求項3] 前記ウォータージェットピーニング工程は、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの前記位置において、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの相対移動を所定時間停止することを特徴とする請求項2に記載の圧縮機用スクロールの製造方法。

[請求項4] 前記スクロールに表面処理を実施する以前に、前記ウォータージェットピーニング工程を行うことを特徴とする請求項1～3のいずれか

1 つに記載の圧縮機用スクロールの製造方法。

[請求項5] 前記キャビテーション気泡を発生させる水中に洗浄液を混入することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の圧縮機用スクロールの製造方法。

[請求項6] 第一端板の一側面に渦巻き状の第一壁体が設けられた第一スクロールと、第二端板の一側面に渦巻き状の第二壁体が設けられて当該第二壁体を前記第一スクロールの前記第一壁体に対してかみ合わせた状態で自転を阻止されつつ公転旋回可能に支持される第二スクロールと、を有し、各前記端板の各前記一側面の高さを各前記壁体に沿う渦の中心部側で高くし外終端側で低くした段差部、および各前記壁体の高さを渦の中心部側で低くし外終端側で高くして各前記スクロールで相互の前記段差部に係合する段付部が形成された圧縮機用スクロールの製造装置であって、

水が満たされる容器と、

前記容器内に前記スクロールを位置決めして配置する位置決手段と、

前記容器内の水中に配置されて前記スクロールに向けてウォータージェットを噴射するノズルを有するウォータージェット噴射手段と、
を備え、

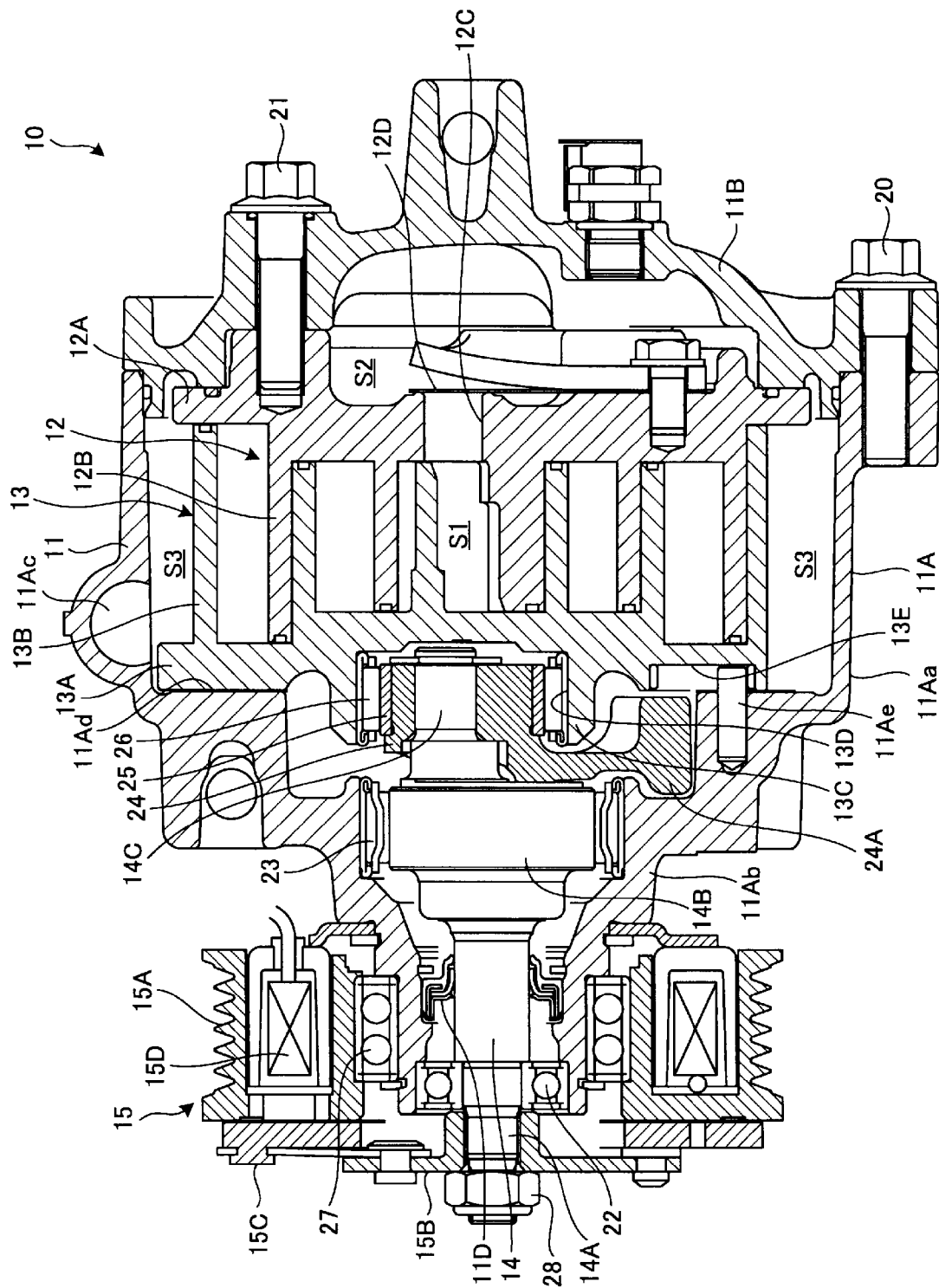
前記ウォータージェット噴射手段のウォータージェットにより前記容器の水中にて生じるキャビテーション気泡を、前記位置決手段により位置決めされた前記スクロールの前記一側面に向けて噴射させ、当該キャビテーション気泡の中心を前記端板における前記壁体の渦巻き状の中心から離隔させた状態で、前記キャビテーション気泡の外周部分に前記段差部および前記段付部を位置させることを特徴とする圧縮機用スクロールの製造装置。

[請求項7] 前記位置決手段は、前記スクロールにおける前記端板に係合して前記スクロールを固定する固定機構を有することを特徴とする請求項 6

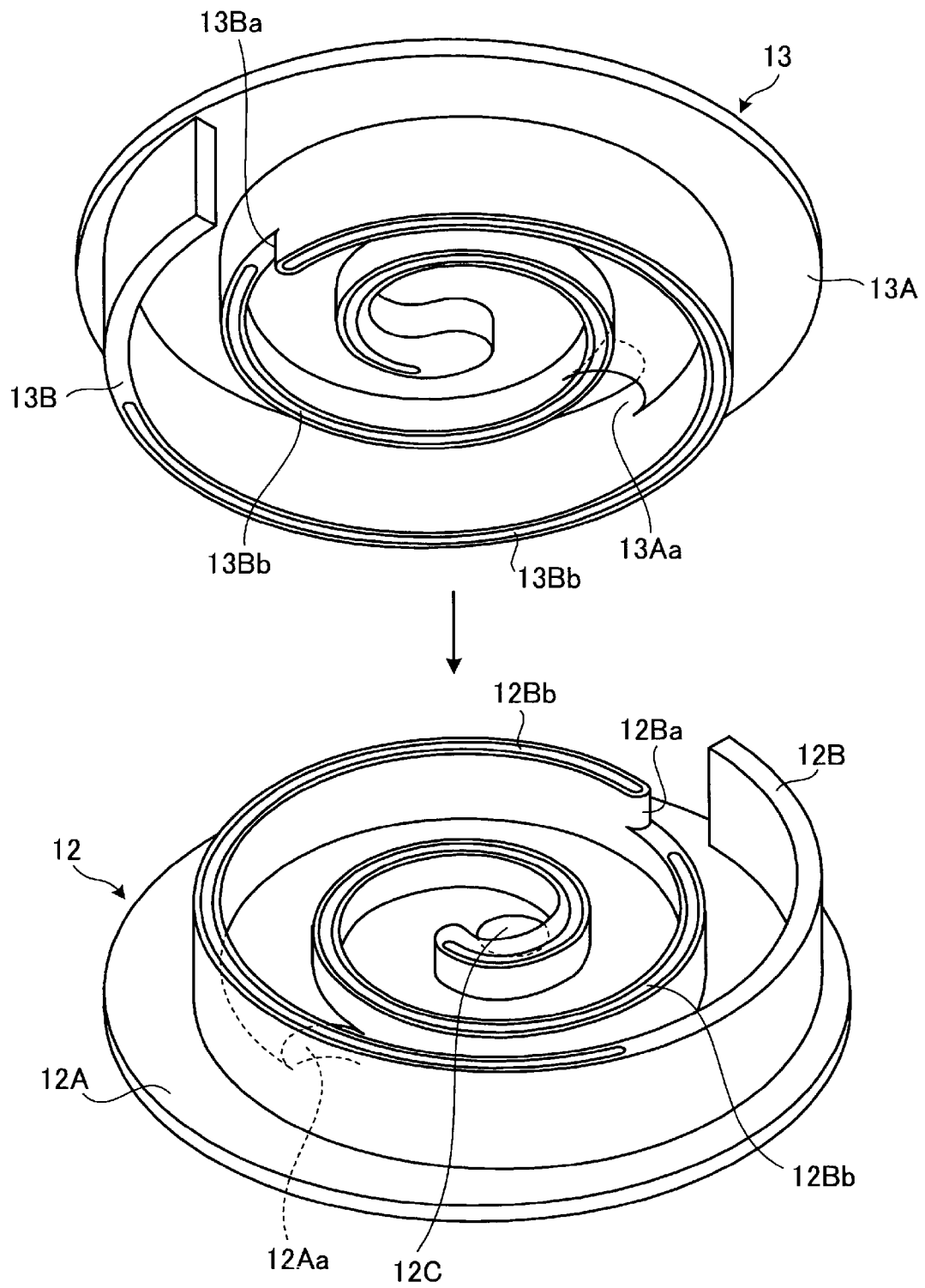
に記載の圧縮機用スクロールの製造装置。

- [請求項8] 前記位置決手段は、前記キャビテーション気泡と前記スクロールとの前記位置を含み、前記段差部と前記段付部とを直線で結ぶ仮想線に交差するように、前記スクロールを移動させる移動機構を有することを特徴とする請求項6または7に記載の圧縮機用スクロールの製造装置。
- [請求項9] 前記移動機構は、前記固定機構を複数有して複数の前記スクロールを移動させることを特徴とする請求項8に記載の圧縮機用スクロールの製造装置。
- [請求項10] 前記ウォータージェット噴射手段は、前記キャビテーション気泡が前記スクロールに対して旋回するように前記ノズルを旋回移動させる旋回機構を有することを特徴とする請求項6～9のいずれか1つに記載の圧縮機用スクロールの製造装置。
- [請求項11] 請求項1～10のいずれか1つに記載の圧縮機用スクロールの製造装置を用いて作成された圧縮機用スクロール。
- [請求項12] 請求項11に記載の圧縮機用スクロールが適用されたスクロール圧縮機。

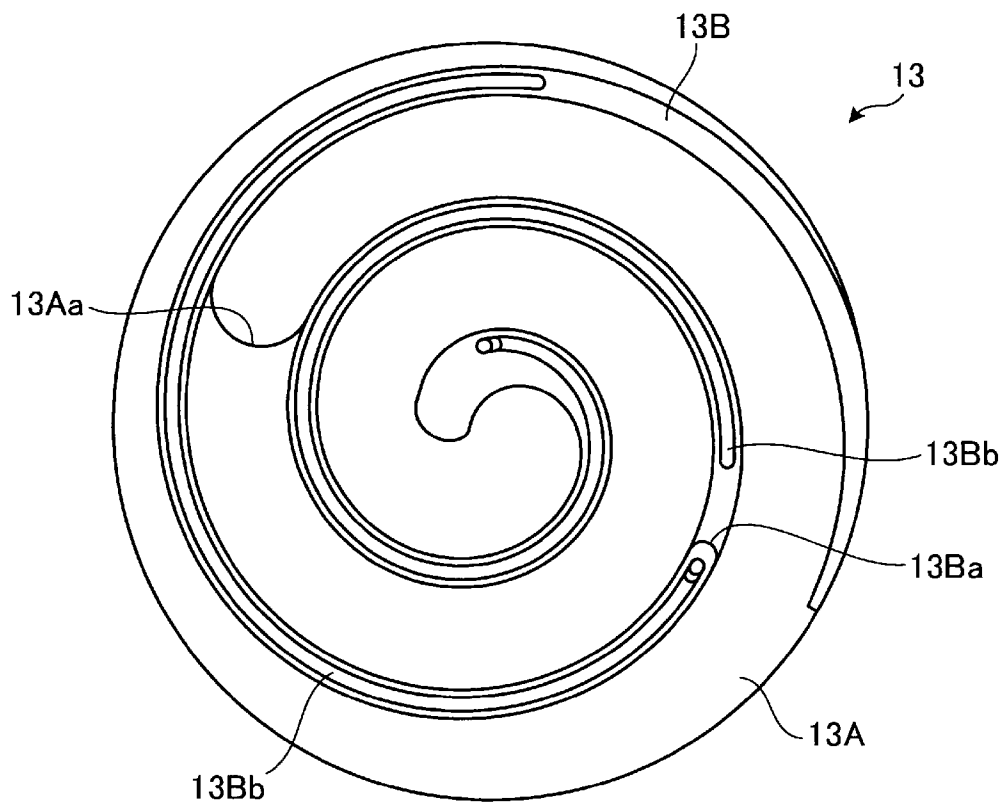
[図1]



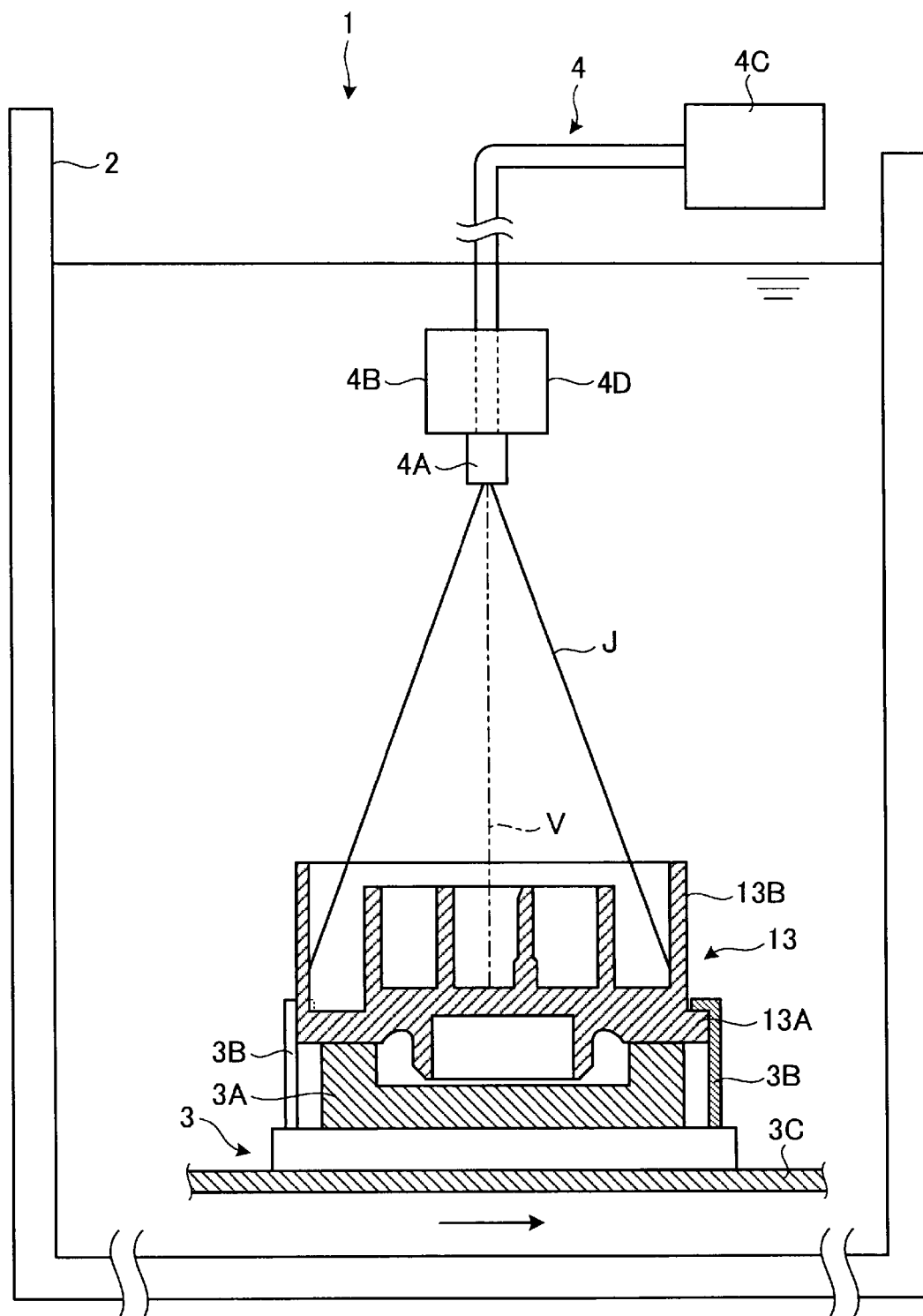
[図2]



[図4]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/072426

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C18/02(2006.01)i, B23P17/00(2006.01)i

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)

F04C18/02, B23P17/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2012-31768 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 February 2012 (16.02.2012), entire text (Family: none)	1-12
A	JP 2009-74540 A (Panasonic Corp.), 09 April 2009 (09.04.2009), entire text (Family: none)	1-12
A	JP 2014-9593 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 January 2014 (20.01.2014), entire text (Family: none)	1-12

☒ 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
21 October 2015 (21.10.15)

Date of mailing of the international search report
02 November 2015 (02.11.15)

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

International application No.

PCT/JP2015/072426

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-36366 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 February 2013 (21.02.2013), entire text & EP 2740938 A1 entire text & WO 2013/021545 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04C18/02(2006.01)i, B23P17/00(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. F04C18/02, B23P17/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2012-31768 A（三菱重工業株式会社）2012.02.16, 全文（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2009-74540 A（パナソニック株式会社）2009.04.09, 全文（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2014-9593 A（三菱重工業株式会社）2014.01.20, 全文（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2013-36366 A（三菱重工業株式会社）2013.02.21, 全文 & EP 2740938 A1, 全文 & WO 2013/021545 A1	1-12

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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矛盾するものではなく、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

2 1 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

3 O

8 9 2 2

尾崎 和寛

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8