



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201719021 A

(43) 公開日：中華民國 106 (2017) 年 06 月 01 日

(21) 申請案號：105136832 (22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 11 月 11 日

(51) Int. Cl. : F04C28/08 (2006.01) F04C28/00 (2006.01)
F04D27/00 (2006.01) F25B49/02 (2006.01)

(30) 優先權：2015/11/13 世界智慧財產權組織 PCT/JP2015/081914

(71) 申請人：日立產機系統股份有限公司 (日本) HITACHI INDUSTRIAL EQUIPMENT SYSTEMS
CO., LTD. (JP)

日本

(72) 發明人：矢部利明 YABE, TOSHIAKI (JP)；鈴木智夫 SUZUKI, TOMOO (JP)；伊藤雄二
ITOU, YUUJI (JP)；酒井航平 SAKAI, KOHEI (JP)

(74) 代理人：陳長文

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：7 共 27 頁

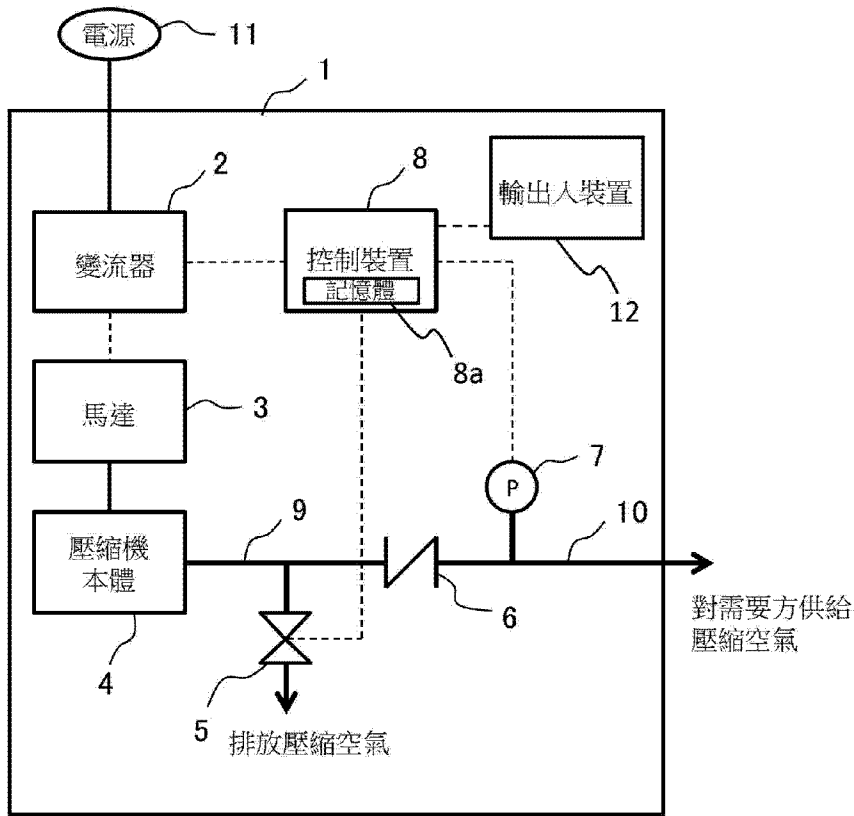
(54) 名稱

氣體壓縮機

(57) 摘要

本發明係以變流器控制之氣體壓縮機，使旋轉禁止頻率範圍內之運轉降低，防止共振。本發明之壓縮機具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；上述控制裝置係進行藉由上述頻率之加減控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之控制者，且若產生上述特定壓力之壓縮氣體之頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力達到較上述特定壓力具有特定壓力幅度且與不含該特定頻率之頻率對應的壓力時，增加或減少上述變流器之輸出頻率。

指定代表圖：



符號簡單說明：

- 1 . . . 空氣壓縮機
- 2 . . . 變流器
- 3 . . . 馬達
- 4 . . . 壓縮機本體
- 5 . . . 排氣機構
- 6 . . . 止回閥
- 7 . . . 壓力檢測機構
- 8 . . . 控制裝置
- 8a . . . 記憶體
- 9 . . . 配管
- 10 . . . 配管
- 11 . . . 電源
- 12 . . . 輸出入裝置

【圖1】



201719021

申請日: 105/11/11

IPC分類: **F04C 28/08** (2006.01)
F04C 28/00 (2006.01)
F04D 27/00 (2006.01)
F25B 49/02 (2006.01)

【發明摘要】

【中文發明名稱】

氣體壓縮機

【中文】

本發明係以變流器控制之氣體壓縮機，使旋轉禁止頻率範圍內之運轉降低，防止共振。本發明之壓縮機具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；上述控制裝置係進行藉由上述頻率之加減控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之控制者，且若產生上述特定壓力之壓縮氣體之頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力達到較上述特定壓力具有特定壓力幅度且與不含該特定頻率之頻率對應的壓力時，增加或減少上述變流器之輸出頻率。

【指定代表圖】

圖1

【代表圖之符號簡單說明】

- | | |
|---|-------|
| 1 | 空氣壓縮機 |
| 2 | 變流器 |
| 3 | 馬達 |
| 4 | 壓縮機本體 |
| 5 | 排氣機構 |
| 6 | 止回閥 |

7	壓力檢測機構
8	控制裝置
8a	記憶體
9	配管
10	配管
11	電源
12	輸出入裝置

【發明說明書】

【中文發明名稱】

氣體壓縮機

【技術領域】

本發明係關於氣體壓縮機，關於利用變流器進行可變速控制之氣體壓縮機。

【先前技術】

壓縮機除壓縮機本體外由電動機或熱交換器等多種構件構成，故基於振動之觀點而具有複數個振動模式及與其對應之固有振動數。例如，於專利文獻1所揭示之可連續改變旋轉速度之可變電容壓縮機中，因旋轉速度變化，故轉子之旋轉頻率或其倍數可取無數值。因此，有不少因任一旋轉速度發生以由構造所決定之固有振動數共振的可能性。即便以改變構造體之剛性或改變構件之質量等使固有振動頻率之頻帶變化亦僅能改變共振之頻率，而難以完全避免發生共振。另，共振係除振動或噪音變激烈外還會對共振之構件施加多餘之力故而加速疲勞等必須避免之現象。

關於該點，於專利文獻2揭示了設有具有含共振之旋轉速度之幅度的旋轉禁止速度範圍，於要求旋轉禁止速度範圍內之旋轉速度之噴出空氣量時，藉由以較該旋轉禁止速度範圍更高之旋轉速度與更低之旋轉速度之兩者交替分時旋轉而避免共振。專利文獻2係使壓縮氣體之噴出壓維持為特定壓且使旋轉禁止速度頻帶之旋轉狀態減少，有助於提高壓縮機之可靠性者。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開昭55-164792號公報

[專利文獻1]日本專利特開平6-193579號公報

【發明內容】

[發明欲解決之問題]

然而，專利文獻2係於用以維持特定壓力之變流器控制運轉中，於用以取得該特定壓力之旋轉數包含於旋轉禁止速度範圍時，以特定時間間隔(分時)重複以夾隔其之較高及較低之旋轉速度頻帶運轉。即，每次移至兩個旋轉速度頻帶時，於每個特定時間通過旋轉禁止速度範圍，故有於被分時之每個特定時間發生共振之虞。

期望進一步防止發生共振且提高壓縮機之可靠性的技術。

[解決問題之技術手段]

為了解決上述課題，例如應用申請專利範圍所記述的構成。即，一種壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；且上述控制裝置係進行藉由上述頻率之加減控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之控制者，且若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力達到較上述特定壓力具有特定壓力幅度且與不含該特定頻率之頻率對應的壓力時，增加或減少上述變流器之輸出頻率。

又，作為其他構成，而揭示一種壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之

旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；排氣機構，其排放較上述止回閥更上游之壓縮氣體；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；上述控制裝置係進行由上述排氣機構排放壓縮氣體且減少上述頻率，而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之無負載運轉控制者，且

若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力較上述特定壓力低時，增加至較上述特定壓力具有特定壓力幅度且不含該特定頻率的頻率，其後，維持該頻率直至檢測出較上述特定壓力更低之壓力。

[發明之效果]

根據本發明，於藉由變流器控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之氣體壓縮機中，可減低通過共振之頻率之次數，且可大幅提高氣體壓縮機之可靠性。

本發明之其他課題、構成、效果可由下述記述中更明瞭。

【圖式簡單說明】

圖1係顯示應用本發明之實施例之空氣壓縮機之構成之模式圖。

圖2係顯示本實施例之負載運轉時之壓力與頻率之轉變之情況的圖表。

圖3係本實施例之負載運轉時包含旋轉禁止頻率範圍之樣示的圖表。

圖4係顯示本實施例之無負載運轉時之壓力與頻率之轉變之情況的圖表。

圖5係本實施例之無負載運轉時包含旋轉禁止頻率範圍之樣示的圖

表。

圖6係顯示本實施例之負載運轉時之處理情況之流程圖。

圖7係顯示本實施例之無負載運轉時之處理情況之流程圖。

【實施方式】

以下，對應用了本發明之實施例即空氣壓縮機1使用圖式進行說明。於各圖中，附註同一符號之部分表示同一或相當之部分。

圖1模式性顯示空氣壓縮機1之構成。空氣壓縮機1係吸入大氣並產生壓縮空氣者，但本發明並未限定於此，在未脫離其主旨之範圍內，亦可應用於壓縮、噴出其他氣體之壓縮機。

空氣壓縮機1具備：壓縮機本體4，其吸入大氣並產生壓縮空氣；馬達3，其驅動壓縮機本體4；變流器2，其用以變更供給至馬達3之電力頻率；配管9及10，其供由壓縮機本體4噴出之壓縮空氣流動；止回閥6，其用以防止配管10內之壓縮空氣逆流至壓縮機本體4；排氣機構5，其於壓縮機本體4之無負載運轉時將壓縮空氣排放(排氣)至大氣；壓力檢測機構7，其設置於配管10內或與配管10連接之儲存槽(未圖示)，用以檢測需要側(以下有稱為「負載側」之情形)之壓縮空氣壓；及控制裝置8，其經由變流器2可變速地控制馬達3之旋轉數。另，儲存槽並非必須之構成，亦可將配管10直接與需要方之機器等連接構成。

壓縮機本體4係例如具備1或複數個螺旋轉子之螺旋壓縮機。轉子因應馬達3之驅動而旋轉，進行氣體之吸入、壓縮、噴出。另，本發明並未限定於此，可應用渦捲、往復、葉輪、撬杠等多種形式之壓縮機本體。又，於本實施例中，以不對壓縮作動室供給液體(油或水)之所謂無油壓縮機為例，但本發明亦可應用於供液式之壓縮機。

排氣機構5例如包含電磁閥，配置於配管9之支配管。排氣機構5係於壓縮機本體4之負載運轉時，將閥設為「關」，於無負載運轉時，將閥設為「開」，並自止回閥6將上游之壓縮空氣排放至大氣。

此處，所謂負載運轉係指將負載側所需之設定壓力設為P時，進行於壓力檢測機構7之檢測壓力低於P時提高旋轉頻率，高於P時降低旋轉頻率之控制者，即以設定壓力P為基準切換旋轉頻率而維持設定壓力P之運轉。

又，所謂無負載運轉係指於壓力檢測機構7之檢測直達到高於設定壓力P之上限壓力P2時，使旋轉頻率降低至旋轉頻率f0(任意之低旋轉頻率或5hz左右之旋轉頻率)使馬達3運轉同時將排氣機構5設為「開」並使自止回閥6之上游側之壓力降低，其後，將無負載運轉基準壓力 $P1 + \Delta P1a$ ($P1 < P1 + \Delta P1a < Pt$)設為臨限值壓力，且以維持其之方式變更頻率進行動作的運轉。

另，作為實現無負載運轉之其他構成，亦可例如於壓縮機本體4之吸氣側進而具備吸入節流閥等，同時用於其之「開、關」動作。

壓力檢測機構7係例如壓力感測器，其配置於止回閥6之下游，檢測負載側壓力P。檢測信號係發送至控制裝置8。

控制裝置8係藉由例如所謂之CPU(central processing unit:中央處理單元)或MPU(Microprocessor Unit:微處理單元)之運算電路與program之協動而實現，並執行多種控制。控制裝置8係根據由壓力檢測機構7檢測出之負載側壓力P，對變流器2發送頻率轉換信號，進行馬達3之旋轉數控制。例如，控制裝置8於將設定壓力設為Pt時，以使壓力檢測機構7檢測之負載側壓力P維持為 $P=Pt$ 之方式使頻率變化。又，可進行變流器2當前之

頻率值之輸入及記憶。

作為輸出入機構之輸出入裝置12係具備顯示部與供使用者操作之輸入部的操作顯示基盤。藉由使用者之操作輸入，可將設定壓力 P_t 、負載運轉時之下限壓力 P_1 或上限壓力 P_2 、無負載運轉時之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 、旋轉禁止頻率範圍或各種頻率等記憶於記憶體8a。於顯示部，可以畫面切換或一覽等顯示該等各種資訊或當前輸出頻率(f)、檢測機構檢測出之負載側壓力P、排氣機構之開閉狀態之多種資訊。另，輸出入裝置12亦可經由有線或無線連接，設置於與空氣壓縮機1隔開之部位，又可具有進而與外部之輸出入裝置進行輸出入資訊通信之介面。

此種控制裝置8可經由輸出入裝置12接收使用者輸入之信號，且將用以運轉空氣壓縮機1之各種參數記憶、設定於記憶體8a。例如，藉由使用者操作，可任意設定用以保持負載側之必要壓力之設定壓力 P_t 、開始無負載運轉之上限壓力 P_2 、自無負載運轉恢復至負載運轉之下限壓力 P_1 等。

又，控制裝置8係預先或藉由使用者之輸入操作而將限制變流器之輸出頻率或頻帶之旋轉禁止頻率範圍(特定頻率)記憶於記憶體8a。旋轉禁止頻率範圍係發生共振之頻率或頻帶，可預先實測、驗證共振頻率且作為初期設定而記憶，亦可經由輸出入裝置12輸入任意頻率。於本實施例中，採用記憶運轉禁止下限頻率 f_{f1} ～運轉禁止上限頻率 f_{f2} 者。

藉由將運轉禁止頻率範圍設為可任意輸入，而能夠因應歷時變化、周圍溫度或乾燥裝置、氣冷・油冷裝置之構成、或設置位置等各種要因所引起之共振頻率變化或新發生之情形。

其次，使用圖2～5，說明藉由控制裝置8控制的壓縮空氣之壓力、旋轉頻率及排氣機構5之關係。圖2及圖3係顯示負載運轉時之情形，圖4及

圖5係顯示無負載運轉時之情形。另，於圖2~5中，橫軸表示時間(t)，上側線圖之縱軸表示壓力(Mpa)即藉由壓力檢測機構7檢測出之負載側P之變化，下側線圖之縱軸表示旋轉頻率(Hz)，即變流器2之輸出頻率之變化。

首先，對負載運轉進行說明。圖2係顯示維持設定壓力 P_t 所需之目標頻率 f_t 不含於旋轉禁止頻率範圍時之情形，圖3係顯示頻帶包含於旋轉禁止頻率範圍時之情形。

於圖2中，旋轉頻率未含於旋轉禁止頻率範圍之情形，控制裝置8以負載側壓力P維持設定壓力 P_t 之方式加減頻率。具體而言，於時間 t_1 ，若負載側之空氣使用量增加，且負載側壓力P低於設定壓力 P_t ，則將目標頻率 f_t 增加為 ff_2 ，進行升壓。其後，若負載側壓力P高於設定壓力 P_t ，則於時間 t_2 ，控制裝置8將目標頻率 f_t 減少為 ff_1 ，而減少產生之壓縮空氣量。即，藉由將設定壓力 P_t 作為臨限值壓力，重複變更具有特定幅度之頻率，而謀求維持設定壓力 P_t 。

於此種控制中，旋轉禁止頻率範圍為 ff_1 至 ff_2 之間之情形，每次切換頻率 ff_1 與 ff_2 時，因頻率通過旋轉禁止頻率範圍，都會發生共振。即，共振之發生頻度較高。

因此，於本實施例中，目標頻率 f_t 於旋轉禁止頻率範圍 ff_1 至 ff_2 之間之情形，不以將頻率切換成 ff_1 或 ff_2 之臨限值壓力作為目標壓力 P_t ，而以較目標壓力 P_t 更低或更高之壓力，進行將頻率切換成 ff_1 或 ff_2 之控制。即，藉由以切換頻率之契機作為壓力，使該切換壓力具有幅度，而減少切換頻率之頻度。其結果，可減少頻率通過旋轉禁止頻率範圍之頻度，使共振發生頻度降低。

圖3顯示使頻率之切換壓力具有幅度之情形的情況。作為成為頻率之

切換契機的壓力，控制裝置8係將對設定壓力 P_t 分別增減了 ΔP_{tb} 、 ΔP_{ta} 之壓力幅度而得之 $P_t + \Delta P_{tb}$ 、 $P_t - \Delta P_{ta}$ 作為頻率切換上限壓力、頻率切換下限壓力而設定。控制裝置8即便因負載側之空氣使用量之減少而使得負載側壓力 P 低於設定壓力 P_t ，亦不將目標頻率 f_t 切換成 f_{f2} 而維持 f_{f1} 。其次，於時間 t_2 中，負載側壓力 P 達到 $\Delta P_t - P_{ta}$ 時，控制裝置8將目標頻率 f_t 自截至目前之 f_{f1} 切換成 f_{f2} ，使負載側壓力 P 升壓。其後，控制裝置8即便負載側壓力 P 超過設定壓力 P_t 亦不切換頻率，不久達到 $P_t + \Delta P_{tb}$ 時將頻率切換成 f_{f1} 。此時之時間為 t_3 與 t_4 之間。

由圖2與圖3之比較可知，應用本實施例之情形，圖3者通過旋轉禁止頻率範圍之頻度減少，相應地可抑制共振之發生頻度。

另，於本實施例中，作為頻率切換之契機而對 $P_t + \Delta P_{tb}$ 、 $P_t - \Delta P_{ta}$ 之設定壓力 P_t 設定上下之壓力，但僅設定任一者，亦可降低相應之旋轉禁止頻率範圍之通過次數，且可取得共振頻度降低之效果。

以上為負載運轉之情形之控制例。

其次，對無負載運轉之情形進行說明。因負載運轉，而有即便維持設定壓力 P_t 之壓力，負載側之空氣使用量亦為零或顯著減少之情形、壓力上升且不久升壓至上限壓力 P_2 (或其以上)之情形。於此種情形，使壓縮機本體4之負載降低且降低頻率謀求節能化之運轉為無負載運轉。即使為無負載運轉，亦為了維持低於設定壓力 P_t 且為下限壓力 P_1 以上之特定壓力(此處為 $P_1 + \Delta P_{1a}$)，而進行將其作為臨限值壓力變更旋轉頻率的控制。於該旋轉頻率之變更頻帶含旋轉禁止頻率範圍之情形，於每次切換頻率時發生共振。於此種情形，亦可藉由使頻率之切換壓力具有特定壓力幅度，而降低共振之發生頻度。

首先，使用圖4顯示無負載運轉之頻帶中未含旋轉禁止頻率範圍之情形的情況。

若以負載運轉時之頻率 ff_2 驅動中，負載側壓力 P 達到 $P_1 + \Delta P_{tb}$ ，則控制裝置8將頻率切換成 ff_1 ，但若負載側之空氣使用量顯著減少，則壓力超過 $P_t + \Delta P_{tb}$ ，進而升壓。

於時間 t_1 ，若負載側壓力 P 達到上限壓力 P_2 ，則控制裝置8與切換成最低旋轉頻率 f_0 同時將排氣機構5設為「開」，且使自止回閥6上游之壓縮空氣排放至大氣，並開始使壓縮機本體4之負載降低之無負載運轉。

於時間 t_2 ，若因負載側之空氣消耗量增加等，而使負載側壓力低於無負載運轉時之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則控制裝置8將頻率切換成負載運轉下限頻率 f_1 且升壓的控制，若高於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則進行切換成最低旋轉頻率 f_0 ，進行維持 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之壓力的控制。

於時間 t_3 ，若負載側之空氣使用量增加，且負載側壓力 P 下降至下限壓力 P_1 ，則控制裝置8將控制切換成負載運轉。即，將排氣機構5設為「關」，使頻率增加並再次升壓至設定壓力 P_t 。

於此種無負載運轉之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之控制中，若於頻率 f_0 與 f_1 之間有發生共振之旋轉禁止頻率範圍，則與上述負載運轉之例同樣，於每次切換頻率時發生共振。

因此，於本實施例中，於無負載運轉時旋轉禁止頻率範圍屬於用以維持目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之頻率 f_0 與 f_1 之間之情形，以將作為將頻率自 f_1 切換成 f_0 之契機的壓力設為高於 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ ，且將其作為臨限值壓力切換頻率之方式進行控制。

圖5顯示於無負載運轉時之最低旋轉頻率 f_0 至 f_1 之間包含旋轉禁止頻

率範圍之情形的情況。

於時間 t_1 ，若負載側壓力達到上限壓力 P_2 ，則控制裝置8將排氣機構5設為「開」同時將旋轉頻率設為最低旋轉頻率 f_0 。

於時間 t_2 ，若負載側壓力 P 低於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則控制裝置8將頻率切換成 f_1 。藉此，負載側壓力 P 開始升壓，不久變得高於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，但控制裝置8係只要負載側壓力 P 未達到更高壓之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ ，即以 f_1 維持頻率，而不切換成 f_0 。

一般，無負載運轉係於負載側之空氣使用量有減少傾向時開始。又，無負載運轉係最低頻率附近之低旋轉的運轉，故噴出空氣量亦相對變少。根據此種空氣消耗量與噴出空氣量之平衡，負載側壓力 P 升壓至較目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 更高之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 的情況被限定之傾向亦較強。根據此種傾向，亦可藉由將更高壓之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 作為臨限值壓力自 f_1 切換成 f_0 ，進而減少旋轉禁止頻率範圍之通過次數，可使共振之發生頻度降低。

以上為無負載運轉時之頻率 f_0 至 f_1 之間包含旋轉禁止頻率範圍之情形的控制例。

最後，使用圖6~9所示之流程圖說明控制裝置8之上述處理流程。

於圖6之S1中，控制裝置8將產生設定壓力 P_t 之噴出量之目標頻率 f_t 設定在負載運轉時之下限頻率 f_1 以上且負載運轉時之最高旋轉數 f_2 以下，並經由變流器2進行負載運轉。此時，排氣機構5設為「關」。

於S2中，控制裝置8係判斷頻率 f 是否為負載運轉時之下限頻率 f_1 且負載側壓力 P 是否在上限壓力 P_2 以上。即，進行是否移至無負載運轉之判斷。判斷為 $f=f_1$ 且 $P \geq P_2$ 之情形時(是(YES))移至無負載運轉(後述)，非此情形(否(NO))時進入S3。

於S3中，控制裝置8係參照記憶體8a，判斷目標頻率 f_t 是否在旋轉禁止頻率範圍之下限 ff_1 與上限 ff_2 之間。若非 $ff_1 < f_t < ff_2$ (否)，則返回S1，繼續負載運轉。若係 $ff_1 < f_t < ff_2$ (是)，則進入S4。

於S4中，控制裝置8判斷頻率 f 是否大於目標頻率 f_t ，於 $f > f_t$ 時(是)則進入S5，若非 $f > f_t$ 時(否)則進入S10。

於S5中，控制裝置8係將頻率 f 固定設定成旋轉禁止頻率範圍之下限 ff_1 。另一方面，於S10中，控制裝置8係將輸出頻率 f 固定設定成旋轉禁止頻率範圍之上限 ff_2 。於S5、S10後，進入S6。

於S6中，控制裝置8係於頻率 f 為 ff_1 之情形進入S7(是)，於不同之情形進入S11(否)。

於S7中，控制裝置8係判斷目標頻率 f_t 是否在旋轉禁止範圍頻率範圍 ff_1 與 ff_2 之間，於 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時(是)進入S8，非 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時返回S1。

於S8中，控制裝置8係判斷負載側壓力 P 是否低於頻率切換下限臨限值壓力即 $P_t - \Delta P_{ta}$ ，低於 $P_t - \Delta P_{ta}$ 之情形(是)，進入S9，將輸出頻率 f 切換成 ff_2 ，並固定設定。其後，返回S6。相反，負載側壓力 P 未低於 $P_t - \Delta P_{ta}$ 之情形(否)，返回S7。

此處，再度返回S6之說明。於S6之判斷中，若控制裝置8判斷輸出頻率 f 並非 ff_1 (否)，則進入S11判斷目標頻率 f_t 是否在旋轉禁止範圍頻率範圍 ff_1 與 ff_2 之間，且於 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時(是)進入S12。於 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時(否)，返回S1。

於S12中，控制裝置8若判斷負載側壓力 P 為高於頻率切換之上限臨限值壓力即 $P_t + \Delta P_{tb}$ 的壓力(是)，則進入S13，將輸出頻率 f 切換成 ff_1 ，並固定設定。其後，再次返回S6。相反的，若負載側壓力 P 未高於 $P_t + \Delta$

Ptb(否)，返回S12。

如上所述，控制裝置8係判斷負載運轉中是否為了維持設定壓力 P_t 而進行旋轉禁止頻率範圍內之頻率切換控制，如為進行以旋轉禁止頻率之控制，因以較設定壓力 P_t 低之壓力 $P_t - \Delta P_{ta}$ 、高之壓力 $P_t + \Delta P_{tb}$ 為契機進行切換，故可降低旋轉禁止頻率範圍之頻率之發生頻度，使共振減低。

其次，使用圖7，說明以圖6之S2之判斷，判斷為無負載運轉之轉變之情形的處理流程。

於S14中，控制裝置8將排氣機構5設為「開」，且於S15中將輸出頻率固定設定成最低旋轉頻率 f_0 。

於S16中，控制裝置8係判斷負載側壓力 P 是否為無負載運轉之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 以下，若為 $P \leq P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則將頻率維持於 f_0 (否→S15)。相反的，若為 $P > P_1 + \Delta P_{1a}$ 時(是)，則進入S17，將頻率 f 固定設定成 f_1 。

於S18中，控制裝置8參照記憶體8a，判斷旋轉禁止頻率範圍是否含在最低旋轉數 f_0 ～負載運轉下限頻率 f_1 之間。若包含旋轉禁止頻率範圍之情形(是)，進入S19，判斷負載側壓力 P 是否為較目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 更高之壓力 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 以下。如為 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 以下，進入S20，高於 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 時(否)返回S15，將頻率 f 固定設定成最低旋轉數 f_0 。即，為使旋轉禁止頻率範圍之通過次數降低，而將高於目標維持壓力之壓力作為頻率切換之臨限值壓力。

又，於S18之判斷中，若不含旋轉禁止頻率範圍，進入S21，控制裝置8係判斷負載側壓力 P 是否高於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 。如未高於 $P_1 + \Delta P_{1a}$ (否)，進入S20，如高於 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之情形(是)，返回S15，將頻率切

換成最低旋轉數 f_0 。

於S20，控制裝置8判斷負載側壓力 P 是否為下限壓力 P_1 以下，若為 P_1 以下(是)，回復負載運轉，於高於其之情形(否)，返回S17，維持將輸出頻率 f 固定成 f_1 。

以上為無負載運轉時之處理流程。

如此，根據本實施例，於用以將負載側壓力維持在如目標壓力 P_t 般之特定壓力之變流器控制中，於切換之頻帶包含旋轉禁止頻率範圍之情形，藉由基於較該特定壓力具有壓力幅度的負載側壓力值進行頻率切換，而減少頻率之切換次數，降低通過旋轉禁止頻率範圍之頻度。藉此，亦可降低共振之發生頻度，提高空氣壓縮機1之可靠性。

又，根據本實施例，因動態進行該特定壓力之維持控制所需之頻帶與旋轉禁止頻率範圍之關係，故可任意設定之目標壓力 P_t 等之特定壓力無論為何者，皆可取得共振之降低效果。

同樣，根據本實施例，因可經由輸出入裝置12任意設定旋轉禁止頻率範圍，故例如對空氣壓縮機1之經年變化或追加或卸除其他備用零件所引起之事後之共振頻帶的變化或發生，亦可取得共振降低效果。

又，於本實施形態中，於維持目標壓力 P_t 等之特定壓力之頻率控制中，於該頻率控制之頻帶未含旋轉禁止頻率範圍之情形，因以該特定壓力為頻率切換之契機，故可確保特定壓力之維持性能。

以上，雖對本發明之實施例進行說明，但本發明並非限定於上述各種構成或處理者，可在未脫離其主旨之範圍內進行各種組合或變更。

【符號說明】

1

空氣壓縮機

2	變流器
3	馬達
4	壓縮機本體
5	排氣機構
6	止回閥
7	壓力檢測機構
8	控制裝置
8a	記憶體
9	配管
10	配管
11	電源
12	輸出入裝置
f0	無負載旋轉頻率(最低旋轉頻率)
f	(輸出)頻率
f1	負載運轉下限頻率
f2	負載運轉上限頻率
ft	目標頻率
ff1	(用以維持負載運轉時壓力 P_t 的或旋轉禁止頻率
範圍的)下側頻率	
ff2	(用以維持負載運轉時壓力 P_t 的或旋轉禁止頻率
範圍的)上側頻率	
P	壓力
P1	(負載運轉時之)下限壓力

$P1 + \Delta P1a$	目標維持壓力
$P2$	(負載運轉時之)上限壓力
Pt	設定壓力
$Pt + \Delta Ptb$	上限壓力
$P1 + \Delta P1b$	壓力
$Pt - \Delta Pta$	下限壓力
$S1 \sim S21$	步驟
t	時間
$t1 \sim t9$	時間
$\Delta P1a$	$P1$ 之上側壓力幅度
$\Delta P1b$	$P1$ 之上側壓力幅度
ΔPta	Pt 之下側壓力幅度
ΔPtb	Pt 之上側壓力幅度

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種氣體壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；且

上述控制裝置係

進行藉由上述頻率之加減控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之控制者，且

若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力達到較上述特定壓力具有特定壓力幅度且與不含該特定頻率之頻率對應的壓力時，增加或減少上述變流器之輸出頻率。

【第2項】

如請求項1之氣體壓縮機，其中

上述控制裝置係

於上述檢測壓力高於上述特定壓力時，減少至不含上述特定頻率之頻率，且

於上述檢測壓力低於上述特定壓力時，增加至不含上述特定頻率之頻率。

【第3項】

如請求項1之氣體壓縮機，其中

不含上述特定頻率的頻率係相對於產生上述特定壓力之壓縮氣體之

頻率具有特定幅度者。

【第4項】

如請求項1之氣體壓縮機，其具有：

輸入機構，其將上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力輸入至上述控制部。

【第5項】

如請求項1之氣體壓縮機，其具有：

顯示機構，其顯示上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力。

【第6項】

如請求項1之氣體壓縮機，其中上述特定頻率為共振頻率。

【第7項】

一種氣體壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；排氣機構，其排放較上述止回閥更上游之壓縮氣體；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；且

上述控制裝置係

進行由上述排氣機構排放壓縮氣體且減少上述頻率，而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之無負載運轉控制者，且

若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力低於上述特定壓力時，增加至較上述特定壓力具有特

定壓力幅度且不含該特定頻率的頻率，其後，維持該頻率直至檢測出較上述特定壓力更高之壓力。

【第8項】

如請求項7之氣體壓縮機，其中

較上述特定壓力高之壓力為將控制自上述無負載運轉切換至負載運轉之下限壓力。

【第9項】

如請求項8之氣體壓縮機，其中上述負載運轉係將上述排氣機構關閉而進行運轉者。

【第10項】

如請求項7之氣體壓縮機，其具有：

輸入機構，其將上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力輸入至上述控制部。

【第11項】

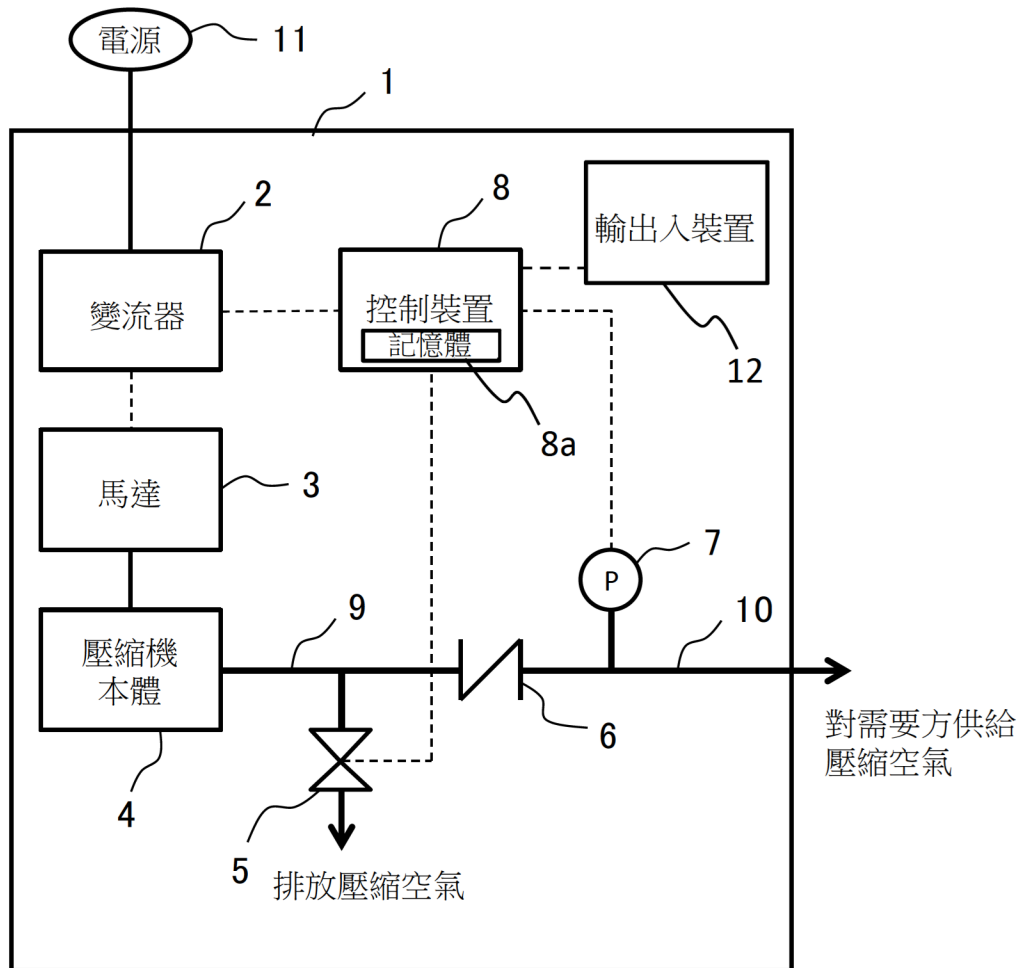
如請求項7之氣體壓縮機，其具有：

顯示機構，其顯示上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力。

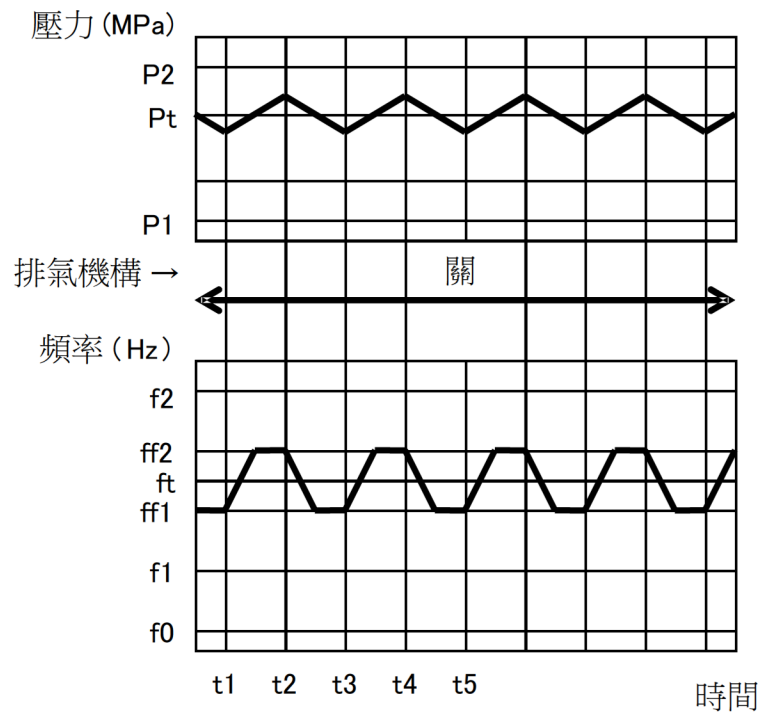
【第12項】

如請求項7之氣體壓縮機，其中上述特定頻率為共振頻率。

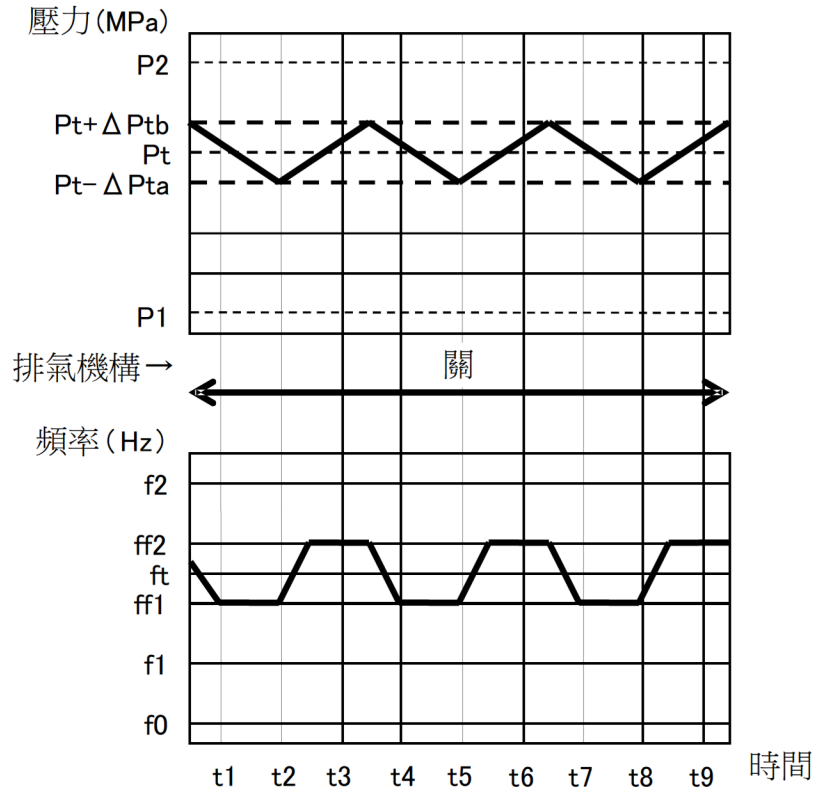
【發明圖式】



【圖1】

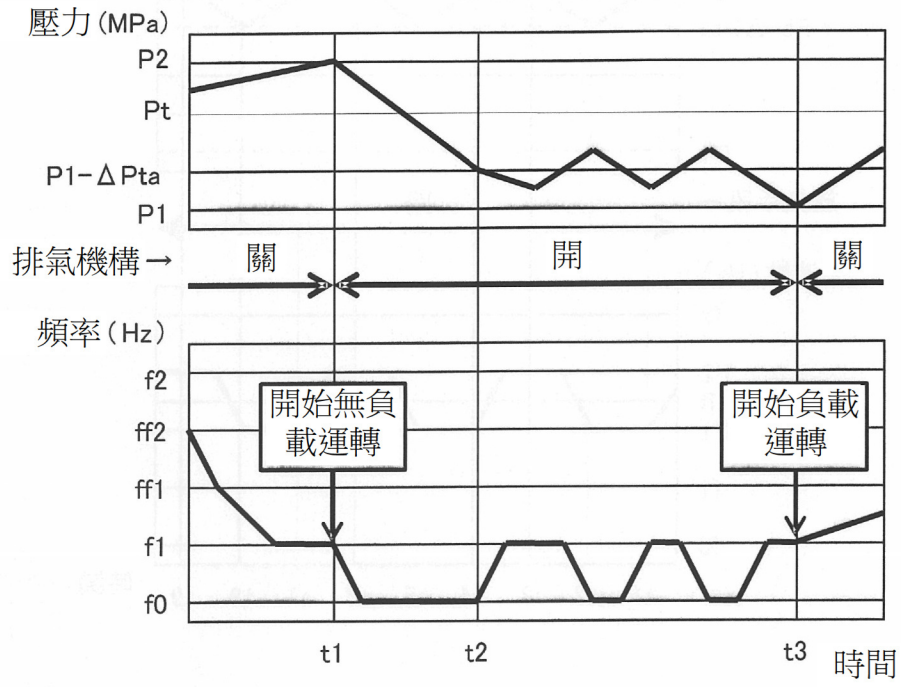


【圖2】

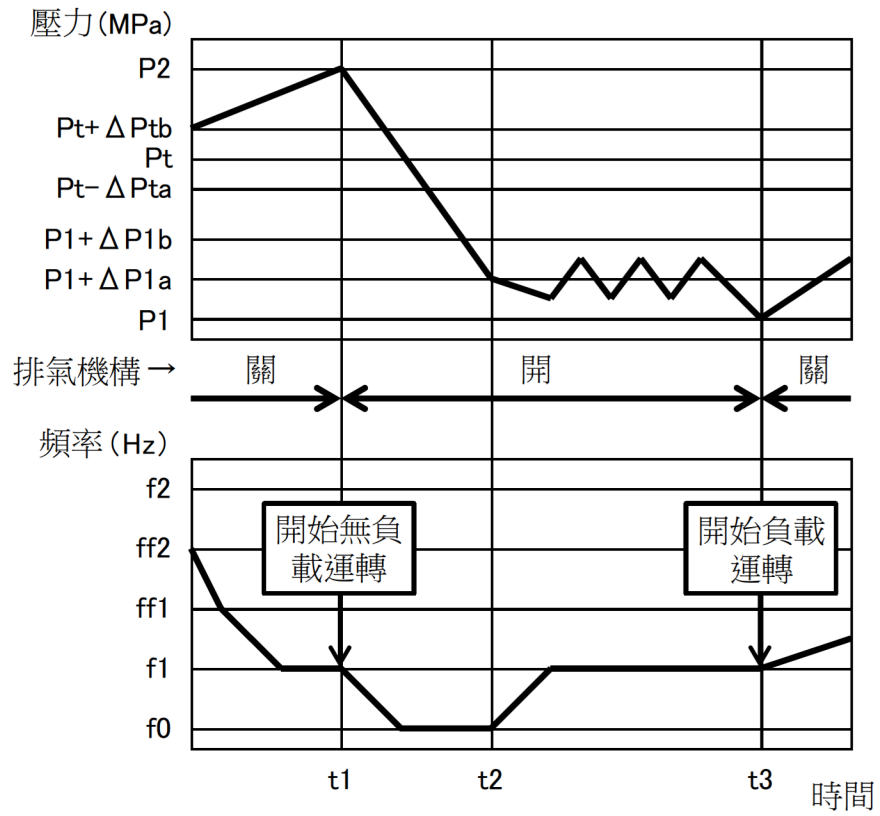


【圖3】

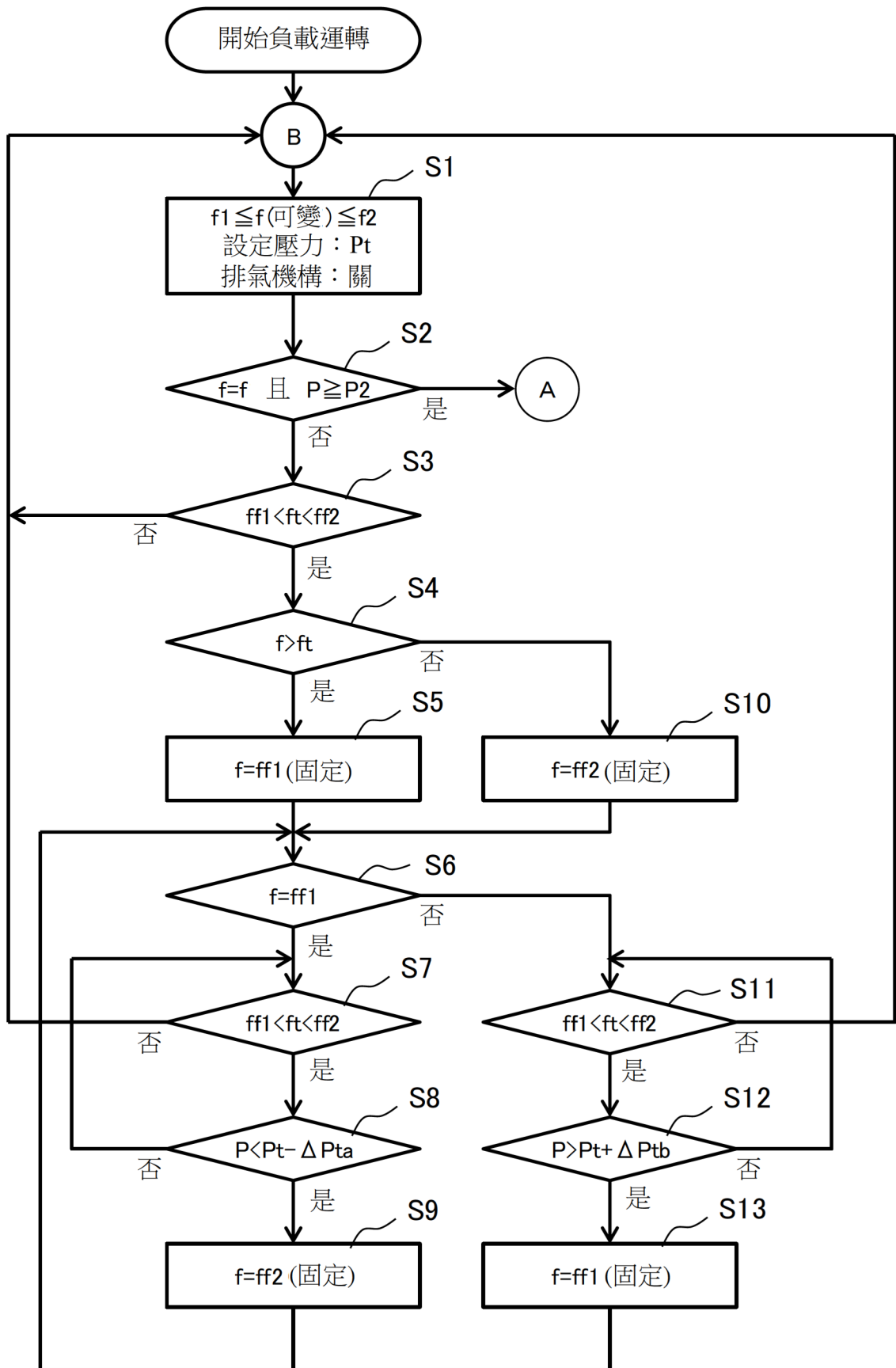
$P_t + \Delta P_{tb}$



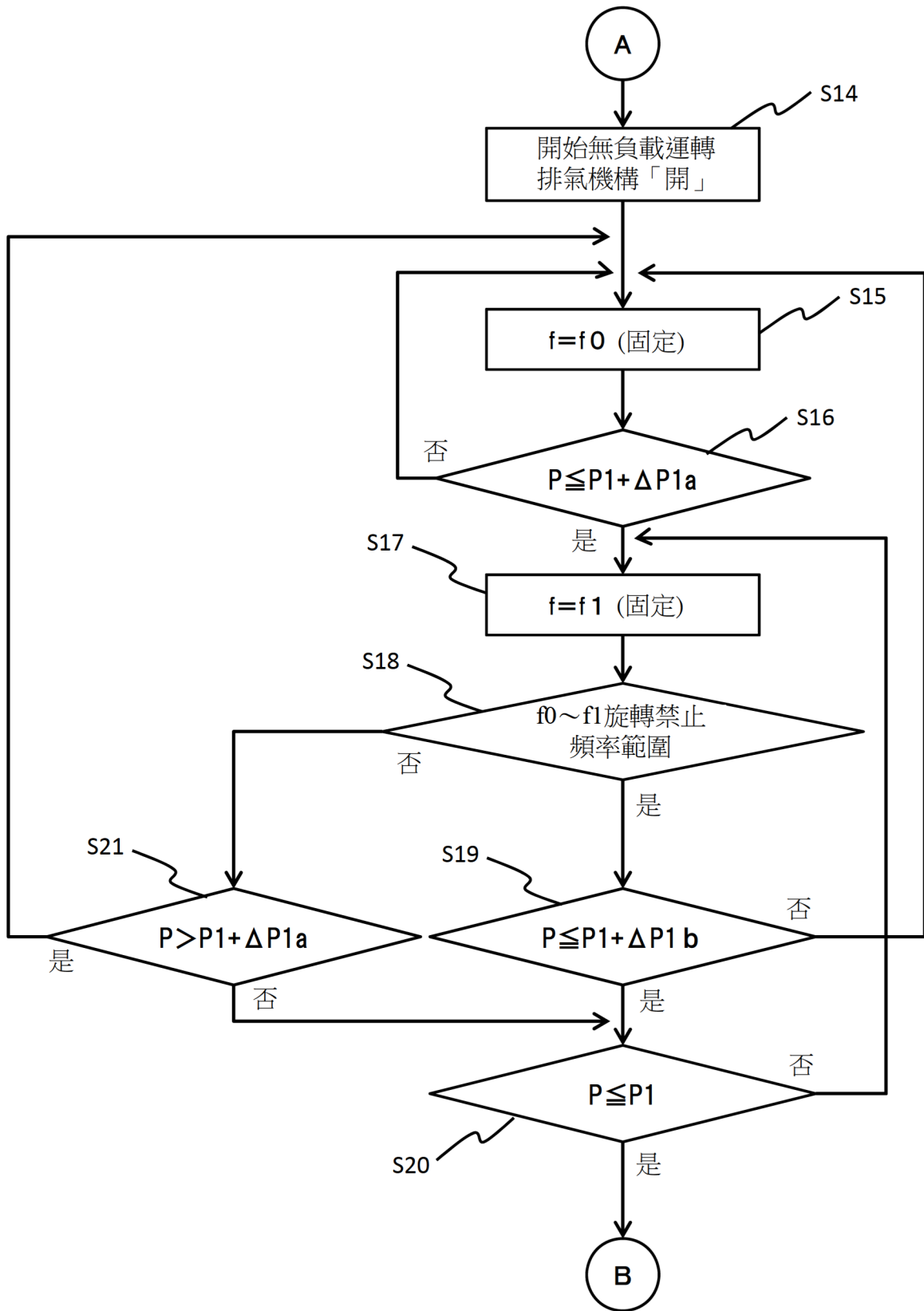
【圖4】



【圖5】



【圖6】



【圖7】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

氣體壓縮機

【技術領域】

本發明係關於氣體壓縮機，關於利用變流器進行可變速控制之氣體壓縮機。

【先前技術】

壓縮機除壓縮機本體外由電動機或熱交換器等多種構件構成，故基於振動之觀點而具有複數個振動模式及與其對應之固有振動數。例如，於專利文獻1所揭示之可連續改變旋轉速度之可變電容壓縮機中，因旋轉速度變化，故轉子之旋轉頻率或其倍數可取無數值。因此，有不少因任一旋轉速度發生以由構造所決定之固有振動數共振的可能性。即便以改變構造體之剛性或改變構件之質量等使固有振動頻率之頻帶變化亦僅能改變共振之頻率，而難以完全避免發生共振。另，共振係除振動或噪音變激烈外還會對共振之構件施加多餘之力故而加速疲勞等必須避免之現象。

關於該點，於專利文獻2揭示了設有具有含共振之旋轉速度之幅度的旋轉禁止速度範圍，於要求旋轉禁止速度範圍內之旋轉速度之噴出空氣量時，藉由以較該旋轉禁止速度範圍更高之旋轉速度與更低之旋轉速度之兩者交替分時旋轉而避免共振。專利文獻2係使壓縮氣體之噴出壓維持為特定壓且使旋轉禁止速度頻帶之旋轉狀態減少，有助於提高壓縮機之可靠性者。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

[專利文獻1]日本專利特開昭55-164792號公報

[專利文獻1]日本專利特開平6-193579號公報

【發明內容】

[發明欲解決之問題]

然而，專利文獻2係於用以維持特定壓力之變流器控制運轉中，於用以取得該特定壓力之旋轉數包含於旋轉禁止速度範圍時，以特定時間間隔(分時)重複以夾隔其之較高及較低之旋轉速度頻帶運轉。即，每次移至兩個旋轉速度頻帶時，於每個特定時間通過旋轉禁止速度範圍，故有於被分時之每個特定時間發生共振之虞。

期望進一步防止發生共振且提高壓縮機之可靠性的技術。

[解決問題之技術手段]

為了解決上述課題，例如應用申請專利範圍所記述的構成。即，一種壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；且上述控制裝置係進行藉由上述頻率之加減控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之控制者，且若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力達到較上述特定壓力具有特定壓力幅度且與不含該特定頻率之頻率對應的壓力時，增加或減少上述變流器之輸出頻率。

又，作為其他構成，而揭示一種壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之

旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；排氣機構，其排放較上述止回閥更上游之壓縮氣體；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；上述控制裝置係進行由上述排氣機構排放壓縮氣體且減少上述頻率，而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之無負載運轉控制者，且

若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力較上述特定壓力低時，增加至與較上述特定壓力具有特定壓力幅度且不含該特定頻率的頻率對應之壓力，其後，維持該頻率直至檢測出較上述特定壓力更高之壓力。

[發明之效果]

根據本發明，於藉由變流器控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之氣體壓縮機中，可減低通過共振之頻率之次數，且可大幅提高氣體壓縮機之可靠性。

本發明之其他課題、構成、效果可由下述記述中更明瞭。

【圖式簡單說明】

圖1係顯示應用本發明之實施例之空氣壓縮機之構成之模式圖。

圖2係顯示本實施例之負載運轉時之壓力與頻率之轉變之情況的圖表。

圖3係顯示本實施例之負載運轉時包含旋轉禁止頻率範圍之情況的圖表。

圖4係顯示本實施例之無負載運轉時之壓力與頻率之轉變之情況的圖表。

圖5係顯示本實施例之無負載運轉時包含旋轉禁止頻率範圍之情況的

圖表。

圖6係顯示本實施例之負載運轉時之處理情況之流程圖。

圖7係顯示本實施例之無負載運轉時之處理情況之流程圖。

【實施方式】

以下，對應用了本發明之實施例即空氣壓縮機1使用圖式進行說明。於各圖中，附註同一符號之部分表示同一或相當之部分。

圖1模式性顯示空氣壓縮機1之構成。空氣壓縮機1係吸入大氣並產生壓縮空氣者，但本發明並未限定於此，在未脫離其主旨之範圍內，亦可應用於壓縮、噴出其他氣體之壓縮機。

空氣壓縮機1具備：壓縮機本體4，其吸入大氣並產生壓縮空氣；馬達3，其驅動壓縮機本體4；變流器2，其用以變更供給至馬達3之電力頻率；配管9及10，其供由壓縮機本體4噴出之壓縮空氣流動；止回閥6，其用以防止配管10內之壓縮空氣逆流至壓縮機本體4；排氣機構5，其於壓縮機本體4之無負載運轉時將壓縮空氣排放(排氣)至大氣；壓力檢測機構7，其設置於配管10內或與配管10連接之儲存槽(未圖示)，用以檢測需要側(以下有稱為「負載側」之情形)之壓縮空氣壓；及控制裝置8，其經由變流器2可變速地控制馬達3之旋轉數。另，儲存槽並非必須之構成，亦可將配管10直接與需要方之機器等連接構成。

壓縮機本體4係例如具備1或複數個螺旋轉子之螺旋壓縮機。轉子因應馬達3之驅動而旋轉，進行氣體之吸入、壓縮、噴出。另，本發明並未限定於此，可應用渦捲、往復、葉輪、撬杠等多種形式之壓縮機本體。又，於本實施例中，以不對壓縮作動室供給液體(油或水)之所謂無油壓縮機為例，但本發明亦可應用於供液式之壓縮機。

排氣機構5例如包含電磁閥，配置於配管9之支配管。排氣機構5係於壓縮機本體4之負載運轉時，將閥設為「關」，於無負載運轉時，將閥設為「開」，並自止回閥6將上游之壓縮空氣排放至大氣。

此處，所謂負載運轉係指將負載側所需之設定壓力設為P時，進行於壓力檢測機構7之檢測壓力低於P時提高旋轉頻率，高於P時降低旋轉頻率之控制者，即以設定壓力P為基準切換旋轉頻率而維持設定壓力P之運轉。

又，所謂無負載運轉係指於壓力檢測機構7之檢測值達到高於設定壓力P之上限壓力P2時，使旋轉頻率降低至旋轉頻率f0(任意之低旋轉頻率或5hz左右之旋轉頻率)使馬達3運轉同時將排氣機構5設為「開」並使自止回閥6之上游側之壓力降低，其後，將無負載運轉基準壓力 $P1 + \Delta P1a$ ($P1 < P1 + \Delta P1a < Pt$)設為臨限值壓力，且以維持其之方式變更頻率進行動作的運轉。

另，作為實現無負載運轉之其他構成，亦可例如於壓縮機本體4之吸氣側進而具備吸入節流閥等，同時用於其之「開、關」動作。

壓力檢測機構7係例如壓力感測器，其配置於止回閥6之下游，檢測負載側壓力P。檢測信號係發送至控制裝置8。

控制裝置8係藉由例如所謂之CPU(central processing unit:中央處理單元)或MPU(Microprocessor Unit:微處理單元)之運算電路與程式之協動而實現，並執行多種控制。控制裝置8係根據由壓力檢測機構7檢測出之負載側壓力P，對變流器2發送頻率轉換信號，進行馬達3之旋轉數控制。例如，控制裝置8於將設定壓力設為Pt時，以使壓力檢測機構7檢測之負載側壓力P維持為 $P=Pt$ 之方式使頻率變化。又，可進行變流器2當前之

頻率值之輸入及記憶。

作為輸出入機構之輸出入裝置12係具備顯示部與供使用者操作之輸入部的操作顯示基盤。藉由使用者之操作輸入，可將設定壓力 P_t 、負載運轉時之下限壓力 P_1 或上限壓力 P_2 、無負載運轉時之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 、旋轉禁止頻率範圍或各種頻率等記憶於記憶體8a。於顯示部，可以畫面切換或一覽等顯示該等各種資訊或當前輸出頻率(f)、檢測機構檢測出之負載側壓力 P 、排氣機構之開閉狀態之多種資訊。另，輸出入裝置12亦可經由有線或無線連接，設置於與空氣壓縮機1隔開之部位，又可具有進而與外部之輸出入裝置進行輸出入資訊通信之介面。

此種控制裝置8可經由輸出入裝置12接收使用者輸入之信號，且將用以運轉空氣壓縮機1之各種參數記憶、設定於記憶體8a。例如，藉由使用者操作，可任意設定用以保持負載側之必要壓力之設定壓力 P_t 、開始無負載運轉之上限壓力 P_2 、自無負載運轉恢復至負載運轉之下限壓力 P_1 等。

又，控制裝置8係預先或藉由使用者之輸入操作而將限制變流器之輸出頻率或頻帶之旋轉禁止頻率範圍(特定頻率)記憶於記憶體8a。旋轉禁止頻率範圍係發生共振之頻率或頻帶，可預先實測、驗證共振頻率且作為初期設定而記憶，亦可經由輸出入裝置12輸入任意頻率。於本實施例中，採用記憶運轉禁止下限頻率 f_{f1} ～運轉禁止上限頻率 f_{f2} 者。

藉由將運轉禁止頻率範圍設為可任意輸入，而能夠因應歷時變化、周圍溫度或乾燥裝置、氣冷・油冷裝置之構成、或設置位置等各種要因所引起之共振頻率變化或新發生之情形。

其次，使用圖2～5，說明藉由控制裝置8控制的壓縮空氣之壓力、旋轉頻率及排氣機構5之關係。圖2及圖3係顯示負載運轉時之情形，圖4及

圖5係顯示無負載運轉時之情形。另，於圖2~5中，橫軸表示時間(t)，上側線圖之縱軸表示壓力(Mpa)即藉由壓力檢測機構7檢測出之負載側P之變化，下側線圖之縱軸表示旋轉頻率(Hz)，即變流器2之輸出頻率之變化。

首先，對負載運轉進行說明。圖2係顯示維持設定壓力 P_t 所需之目標頻率 f_t 不含於旋轉禁止頻率範圍時之情形，圖3係顯示頻帶包含於旋轉禁止頻率範圍時之情形。

於圖2中，旋轉頻率未含於旋轉禁止頻率範圍之情形，控制裝置8以負載側壓力P維持設定壓力 P_t 之方式加減頻率。具體而言，於時間 t_1 ，若負載側之空氣使用量增加，且負載側壓力P低於設定壓力 P_t ，則將目標頻率 f_t 增加為 ff_2 ，進行升壓。其後，若負載側壓力P高於設定壓力 P_t ，則於時間 t_2 ，控制裝置8將目標頻率 f_t 減少為 ff_1 ，而減少產生之壓縮空氣量。即，藉由將設定壓力 P_t 作為臨限值壓力，重複變更具有特定幅度之頻率，而謀求維持設定壓力 P_t 。

於此種控制中，旋轉禁止頻率範圍為 ff_1 至 ff_2 之間之情形，每次切換頻率 ff_1 與 ff_2 時，因頻率通過旋轉禁止頻率範圍，都會發生共振。即，共振之發生頻度較高。

因此，於本實施例中，目標頻率 f_t 於旋轉禁止頻率範圍 ff_1 至 ff_2 之間之情形，不以將頻率切換成 ff_1 或 ff_2 之臨限值壓力作為目標壓力 P_t ，而以較目標壓力 P_t 更低或更高之壓力，進行將頻率切換成 ff_1 或 ff_2 之控制。即，藉由以切換頻率之契機作為壓力，使該切換壓力具有幅度，而減少切換頻率之頻度。其結果，可減少頻率通過旋轉禁止頻率範圍之頻度，使共振發生頻度降低。

圖3顯示使頻率之切換壓力具有幅度之情形的情況。作為成為頻率之

切換契機的壓力，控制裝置8係將對設定壓力 P_t 分別增減了 ΔP_{tb} 、 ΔP_{ta} 之壓力幅度而得之 $P_t + \Delta P_{tb}$ 、 $P_t - \Delta P_{ta}$ 作為頻率切換上限壓力、頻率切換下限壓力而設定。控制裝置8即便因負載側之空氣使用量之減少而使得負載側壓力 P 低於設定壓力 P_t ，亦不將目標頻率 f_t 切換成 f_{f2} 而維持 f_{f1} 。其次，於時間 t_2 中，負載側壓力 P 達到 $P_t - \Delta P_{ta}$ 時，控制裝置8將目標頻率 f_t 自截至目前之 f_{f1} 切換成 f_{f2} ，使負載側壓力 P 升壓。其後，控制裝置8即便負載側壓力 P 超過設定壓力 P_t 亦不切換頻率，不久達到 $P_t + \Delta P_{tb}$ 時將頻率切換成 f_{f1} 。此時之時間為 t_3 與 t_4 之間。

由圖2與圖3之比較可知，應用本實施例之情形，圖3者通過旋轉禁止頻率範圍之頻度減少，相應地可抑制共振之發生頻度。

另，於本實施例中，作為頻率切換之契機而對 $P_t + \Delta P_{tb}$ 、 $P_t - \Delta P_{ta}$ 之設定壓力 P_t 設定上下之壓力，但僅設定任一者，亦可降低相應之旋轉禁止頻率範圍之通過次數，且可取得共振頻度降低之效果。

以上為負載運轉之情形之控制例。

其次，對無負載運轉之情形進行說明。因負載運轉，而有即便維持設定壓力 P_t 之壓力，負載側之空氣使用量亦為零或顯著減少之情形、壓力上升且不久升壓至上限壓力 P_2 (或其以上)之情形。於此種情形，使壓縮機本體4之負載降低且降低頻率謀求節能化之運轉為無負載運轉。即使為無負載運轉，亦為了維持低於設定壓力 P_t 且為下限壓力 P_1 以上之特定壓力(此處為 $P_1 + \Delta P_{1a}$)，而進行將其作為臨限值壓力變更旋轉頻率的控制。於該旋轉頻率之變更頻帶含旋轉禁止頻率範圍之情形，於每次切換頻率時發生共振。於此種情形，亦可藉由使頻率之切換壓力具有特定壓力幅度，而降低共振之發生頻度。

首先，使用圖4顯示無負載運轉之頻帶中未含旋轉禁止頻率範圍之情形的情況。

若以負載運轉時之頻率 ff_2 驅動中，負載側壓力 P 達到 $P_1 + \Delta P_{tb}$ ，則控制裝置8將頻率切換成 ff_1 ，但若負載側之空氣使用量顯著減少，則壓力超過 $P_t + \Delta P_{tb}$ ，進而升壓。

於時間 t_1 ，若負載側壓力 P 達到上限壓力 P_2 ，則控制裝置8與切換成最低旋轉頻率 f_0 同時將排氣機構5設為「開」，且使自止回閥6上游之壓縮空氣排放至大氣，並開始使壓縮機本體4之負載降低之無負載運轉。

於時間 t_2 ，若因負載側之空氣消耗量增加等，而使負載側壓力低於無負載運轉時之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則控制裝置8將頻率切換成負載運轉下限頻率 f_1 且升壓的控制，若高於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則進行切換成最低旋轉頻率 f_0 ，進行維持 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之壓力的控制。

於時間 t_3 ，若負載側之空氣使用量增加，且負載側壓力 P 下降至下限壓力 P_1 ，則控制裝置8將控制切換成負載運轉。即，將排氣機構5設為「關」，使頻率增加並再次升壓至設定壓力 P_t 。

於此種無負載運轉之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之控制中，若於頻率 f_0 與 f_1 之間有發生共振之旋轉禁止頻率範圍，則與上述負載運轉之例同樣，於每次切換頻率時發生共振。

因此，於本實施例中，於無負載運轉時旋轉禁止頻率範圍屬於用以維持目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之頻率 f_0 與 f_1 之間之情形，以將作為將頻率自 f_1 切換成 f_0 之契機的壓力設為高於 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ ，且將其作為臨限值壓力切換頻率之方式進行控制。

圖5顯示於無負載運轉時之最低旋轉頻率 f_0 至 f_1 之間包含旋轉禁止頻

率範圍之情形的情況。

於時間 t_1 ，若負載側壓力達到上限壓力 P_2 ，則控制裝置8將排氣機構5設為「開」同時將旋轉頻率設為最低旋轉頻率 f_0 。

於時間 t_2 ，若負載側壓力 P 低於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則控制裝置8將頻率切換成 f_1 。藉此，負載側壓力 P 開始升壓，不久變得高於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ ，但控制裝置8係只要負載側壓力 P 未達到更高壓之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ ，即以 f_1 維持頻率，而不切換成 f_0 。

一般，無負載運轉係於負載側之空氣使用量有減少傾向時開始。又，無負載運轉係最低頻率附近之低旋轉的運轉，故噴出空氣量亦相對變少。根據此種空氣消耗量與噴出空氣量之平衡，負載側壓力 P 升壓至較目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 更高之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 的情況被限定之傾向亦較強。根據此種傾向，亦可藉由將更高壓之 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 作為臨限值壓力自 f_1 切換成 f_0 ，進而減少旋轉禁止頻率範圍之通過次數，可使共振之發生頻度降低。

以上為無負載運轉時之頻率 f_0 至 f_1 之間包含旋轉禁止頻率範圍之情形的控制例。

最後，使用圖6~9所示之流程圖說明控制裝置8之上述處理流程。

於圖6之S1中，控制裝置8將產生設定壓力 P_t 之噴出量之目標頻率 f_t 設定在負載運轉時之下限頻率 f_1 以上且負載運轉時之上限旋轉數 f_2 以下，並經由變流器2進行負載運轉。此時，排氣機構5設為「關」。

於S2中，控制裝置8係判斷頻率 f 是否為負載運轉時之下限頻率 f_1 且負載側壓力 P 是否在上限壓力 P_2 以上。即，進行是否移至無負載運轉之判斷。判斷為 $f=f_1$ 且 $P \geq P_2$ 之情形時(是(YES))移至無負載運轉(後述)，非此情形(否(NO))時進入S3。

於S3中，控制裝置8係參照記憶體8a，判斷目標頻率 f_t 是否在旋轉禁止頻率範圍之下限 ff_1 與上限 ff_2 之間。若非 $ff_1 < f_t < ff_2$ (否)，則返回S1，繼續負載運轉。若係 $ff_1 < f_t < ff_2$ (是)，則進入S4。

於S4中，控制裝置8判斷頻率 f 是否大於目標頻率 f_t ，於 $f > f_t$ 時(是)則進入S5，若非 $f > f_t$ 時(否)則進入S10。

於S5中，控制裝置8係將頻率 f 固定設定成旋轉禁止頻率範圍之下限 ff_1 。另一方面，於S10中，控制裝置8係將輸出頻率 f 固定設定成旋轉禁止頻率範圍之上限 ff_2 。於S5、S10後，進入S6。

於S6中，控制裝置8係於頻率 f 為 ff_1 之情形進入S7(是)，於不同之情形進入S11(否)。

於S7中，控制裝置8係判斷目標頻率 f_t 是否在旋轉禁止頻率範圍 ff_1 與 ff_2 之間，於 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時(是)進入S8，非 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時返回S1。

於S8中，控制裝置8係判斷負載側壓力 P 是否低於頻率切換下限臨限值壓力即 $P_t - \Delta P_{ta}$ ，低於 $P_t - \Delta P_{ta}$ 之情形(是)，進入S9，將輸出頻率 f 切換成 ff_2 ，並固定設定。其後，返回S6。相反，負載側壓力 P 未低於 $P_t - \Delta P_{ta}$ 之情形(否)，返回S7。

此處，再度返回S6之說明。於S6之判斷中，若控制裝置8判斷輸出頻率 f 並非 ff_1 (否)，則進入S11判斷目標頻率 f_t 是否在旋轉禁止頻率範圍 ff_1 與 ff_2 之間，且於 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時(是)進入S12。於 $ff_1 < f_t < ff_2$ 時(否)，返回S1。

於S12中，控制裝置8若判斷負載側壓力 P 為高於頻率切換之上限臨限值壓力即 $P_t + \Delta P_{tb}$ 的壓力(是)，則進入S13，將輸出頻率 f 切換成 ff_1 ，並固定設定。其後，再次返回S6。相反的，若負載側壓力 P 未高於 $P_t + \Delta$

Ptb(否)，返回S12。

如上所述，控制裝置8係判斷負載運轉中是否為了維持設定壓力 P_t 而進行旋轉禁止頻率範圍內之頻率切換控制，如為進行以旋轉禁止頻率之控制，因以較設定壓力 P_t 低之壓力 $P_t - \Delta P_{ta}$ 、高之壓力 $P_t + \Delta P_{tb}$ 為契機進行切換，故可降低旋轉禁止頻率範圍之頻率之發生頻度，使共振減低。

其次，使用圖7，說明以圖6之S2之判斷，判斷為無負載運轉之轉變之情形的處理流程。

於S14中，控制裝置8將排氣機構5設為「開」，且於S15中將輸出頻率固定設定成最低旋轉頻率 f_0 。

於S16中，控制裝置8係判斷負載側壓力 P 是否為無負載運轉之目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 以下，若為 $P > P_1 + \Delta P_{1a}$ ，則將頻率維持於 f_0 (否→S15)。相反的，若為 $P \leq P_1 + \Delta P_{1a}$ 時(是)，則進入S17，將頻率 f 固定設定成 f_1 。

於S18中，控制裝置8參照記憶體8a，判斷旋轉禁止頻率範圍是否含在最低旋轉頻率 f_0 ～負載運轉下限頻率 f_1 之間。若包含旋轉禁止頻率範圍之情形(是)，進入S19，判斷負載側壓力 P 是否為較目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 更高之壓力 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 以下。如為 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 以下，進入S20，高於 $P_1 + \Delta P_{1b}$ 時(否)返回S15，將頻率 f 固定設定成最低旋轉頻率 f_0 。即，為使旋轉禁止頻率範圍之通過次數降低，而將高於目標維持壓力之壓力作為頻率切換之臨限值壓力。

又，於S18之判斷中，若不含旋轉禁止頻率範圍，進入S21，控制裝置8係判斷負載側壓力 P 是否高於目標維持壓力 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 。如未高於 $P_1 + \Delta P_{1a}$ (否)，進入S20，如高於 $P_1 + \Delta P_{1a}$ 之情形(是)，返回S15，將頻率切

換成最低旋轉頻率 f_0 。

於S20，控制裝置8判斷負載側壓力 P 是否為下限壓力 P_1 以下，若為 P_1 以下(是)，回復負載運轉，於高於其之情形(否)，返回S17，維持將輸出頻率 f 固定成 f_1 。

以上為無負載運轉時之處理流程。

如此，根據本實施例，於用以將負載側壓力維持在如目標壓力 P_t 般之特定壓力之變流器控制中，於切換之頻帶包含旋轉禁止頻率範圍之情形，藉由基於較該特定壓力具有壓力幅度的負載側壓力值進行頻率切換，而減少頻率之切換次數，降低通過旋轉禁止頻率範圍之頻度。藉此，亦可降低共振之發生頻度，提高空氣壓縮機1之可靠性。

又，根據本實施例，因動態進行該特定壓力之維持控制所需之頻帶與旋轉禁止頻率範圍之關係，故可任意設定之目標壓力 P_t 等之特定壓力無論為何者，皆可取得共振之降低效果。

同樣，根據本實施例，因可經由輸出入裝置12任意設定旋轉禁止頻率範圍，故例如對空氣壓縮機1之經年變化或追加或卸除其他備用零件所引起之事後之共振頻帶的變化或發生，亦可取得共振降低效果。

又，於本實施形態中，於維持目標壓力 P_t 等之特定壓力之頻率控制中，於該頻率控制之頻帶未含旋轉禁止頻率範圍之情形，因以該特定壓力為頻率切換之契機，故可確保特定壓力之維持性能。

以上，雖對本發明之實施例進行說明，但本發明並非限定於上述各種構成或處理者，可在未脫離其主旨之範圍內進行各種組合或變更。

【符號說明】

1 空氣壓縮機

2	變流器
3	馬達
4	壓縮機本體
5	排氣機構
6	止回閥
7	壓力檢測機構
8	控制裝置
8a	記憶體
9	配管
10	配管
11	電源
12	輸出入裝置
f0	無負載旋轉頻率(最低旋轉頻率)
f	(輸出)頻率
f1	負載運轉下限頻率
f2	負載運轉上限頻率
ft	目標頻率
ff1	(用以維持負載運轉時壓力 P_t 的或旋轉禁止頻率
範圍的)下側頻率	
ff2	(用以維持負載運轉時壓力 P_t 的或旋轉禁止頻率
範圍的)上側頻率	
P	壓力
P1	(負載運轉時之)下限壓力

$P1 + \Delta P1a$	目標維持壓力
$P2$	(負載運轉時之)上限壓力
Pt	設定壓力
$Pt + \Delta Ptb$	上限壓力
$P1 + \Delta P1b$	壓力
$Pt - \Delta Pta$	下限壓力
$S1 \sim S21$	步驟
t	時間
$t1 \sim t9$	時間
$\Delta P1a$	$P1$ 之上側壓力幅度
$\Delta P1b$	$P1$ 之上側壓力幅度
ΔPta	Pt 之下側壓力幅度
ΔPtb	Pt 之上側壓力幅度

【發明申請專利範圍】

【第1項】

一種氣體壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；且

上述控制裝置係

進行藉由上述頻率之加減控制而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之控制者，且

若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力達到較上述特定壓力具有特定壓力幅度且與不含該特定頻率之頻率對應的壓力時，增加或減少上述變流器之輸出頻率。

【第2項】

如請求項1之氣體壓縮機，其中

上述控制裝置係

於上述檢測壓力高於上述特定壓力時，減少至不含上述特定頻率之頻率，且

於上述檢測壓力低於上述特定壓力時，增加至不含上述特定頻率之頻率。

【第3項】

如請求項1之氣體壓縮機，其中

不含上述特定頻率的頻率係相對於產生上述特定壓力之壓縮氣體之

頻率具有特定幅度者。

【第4項】

如請求項1之氣體壓縮機，其具有：

輸入機構，其將上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力輸入至上述控制部。

【第5項】

如請求項1之氣體壓縮機，其具有：

顯示機構，其顯示上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力。

【第6項】

如請求項1之氣體壓縮機，其中上述特定頻率為共振頻率。

【第7項】

一種氣體壓縮機，其具有：壓縮機本體，其壓縮氣體；馬達，其旋轉驅動上述壓縮機本體；變流器，其使上述馬達之旋轉速度變化；止回閥，其配置於上述壓縮機本體之下游；排氣機構，其排放較上述止回閥更上游之壓縮氣體；壓力檢測機構，其於上述止回閥之下游檢測負載側之壓力；及控制裝置，其根據上述壓力檢測機構之檢測壓力而控制上述變流器輸出之頻率；且

上述控制裝置係

進行由上述排氣機構排放壓縮氣體且減少上述頻率，而產生、維持特定壓力之壓縮氣體之無負載運轉控制者，且

若產生上述特定壓力之壓縮氣體的頻率包含特定頻率，當上述壓力檢測機構之檢測壓力低於上述特定壓力時，增加至與較上述特定壓力具有

特定壓力幅度且不含該特定頻率的頻率對應之壓力，其後，維持該頻率直至檢測出較上述特定壓力更高之壓力。

【第8項】

如請求項7之氣體壓縮機，其中

較上述特定壓力高之壓力為將控制自上述無負載運轉切換至負載運轉之下限壓力。

【第9項】

如請求項8之氣體壓縮機，其中上述負載運轉係將上述排氣機構關閉而進行運轉者。

【第10項】

如請求項7之氣體壓縮機，其具有：

輸入機構，其將上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力輸入至上述控制部。

【第11項】

如請求項7之氣體壓縮機，其具有：

顯示機構，其顯示上述特定壓力、上述特定頻率、不含上述特定頻率的頻率、及不含上述特定頻率的壓力。

【第12項】

如請求項7之氣體壓縮機，其中上述特定頻率為共振頻率。