



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I663373 B

(45)公告日：中華民國 108 (2019) 年 06 月 21 日

(21)申請案號：104121533

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 07 月 02 日

(51)Int. Cl. : **F25J3/04 (2006.01)**

(30)優先權：2014/07/05 歐洲專利局 14002310.2

(71)申請人：德商林德股份公司 (德國) LINDE AG (DE)

德國

(72)發明人：哥勒貝芙 帝米特 GOLOUBEV, DIMITRI (RU)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

US 2006/0010912A1

US 2009/0064714A1

US 2012/0131952A1

審查人員：羅玉山

申請專利範圍項數：8 項 圖式數：1 共 23 頁

(54)名稱

用於低溫分離空氣之方法及裝置

METHOD AND APPARATUS FOR THE CRYOGENIC SEPARATION OF AIR

(57)摘要

本發明係關於一種用於低溫分離空氣之方法及裝置，其中獲得至少一種液體產物及至少一種經內壓縮之產物，其中使用驅動兩個後壓縮機(其中一者經設計為冷壓縮機)之兩個空氣渦輪機。

The invention relates to a method and apparatus for the cryogenic separation of air, in which both at least one liquid product and at least one internally compressed product are obtained, wherein two air turbines are used which drive two post-compressors, one of which is designed as a cold compressor.

指定代表圖：

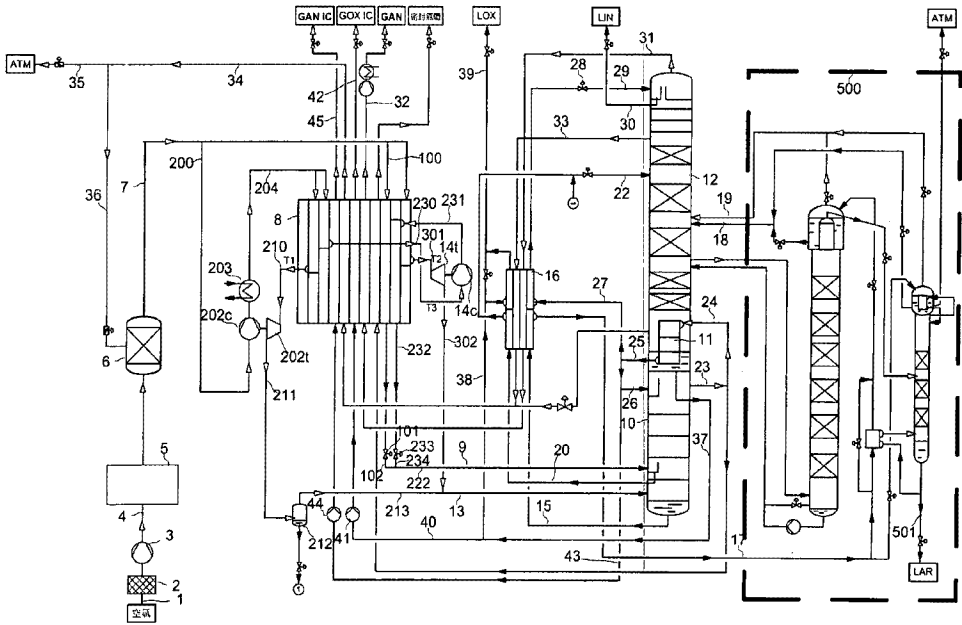


圖1

符號簡單說明：

- 1 . . . 空氣
- 2 . . . 過濾器
- 3 . . . 主空氣壓縮機
- 4 . . . 經壓縮之全部空氣
- 5 . . . 預冷卻裝置
- 6 . . . 純化裝置
- 7 . . . 經純化之全部空氣
- 8 . . . 主熱交換器
- 9 . . . 管線/引入
- 10 . . . 高壓塔
- 11 . . . 主冷凝器
- 12 . . . 低壓塔
- 13 . . . 管線
- 14c . . . 冷壓縮機
- 14t . . . 渦輪機
- 15 . . . 貯槽液體
- 16 . . . 逆流過冷器/主熱交換器
- 17 . . . 管線
- 18 . . . 管線
- 19 . . . 管線
- 20 . . . 管線
- 21 . . . 閥
- 22 . . . 管線/引入
- 23 . . . 氮氣
- 24 . . . 氮氣之第一部分
- 25 . . . 液態氮
- 26 . . . 液態氮之第一部分
- 27 . . . 液態氮之第二部分
- 28 . . . 閥
- 29 . . . 管線
- 30 . . . 管線

- 31 . . . 氣態低壓氮
氣
- 32 . . . 管線
- 33 . . . 氣態不純氮
氣
- 34 . . . 熱的不純氮
氣
- 35 . . . 管線
- 36 . . . 管線
- 37 . . . 管線
- 38 . . . 液態氧之第
一部分
- 39 . . . 管線
- 40 . . . 液態氧之第
二部分
- 41 . . . 泵
- 42 . . . 熱的高壓氧
氣/富含氧氣之經壓縮
氣體產物/內壓縮產物/
第一產物流
- 43 . . . 液態氮之第
三部分/第一產物流
- 44 . . . 泵
- 45 . . . 熱的高壓氮
氣/第一產物流/內壓縮
產物
- 100 . . . 第一空氣
流/管線
- 101 . . . 節流閥/膨
脹
- 102 . . . 經膨脹之第
一空氣流/引入
- 200 . . . 第二空氣流
- 202c . . . 後壓縮機
- 202t . . . 渦輪機
- 203 . . . 後置冷卻器
- 204 . . . 經後壓縮之
第二空氣流
- 210 . . . 第三空氣流

211 . . . 經膨脹以作
功之第三空氣流/引入

212 . . . 分離器(相
分離器)

213 . . . 管線/引入

222 . . . 管線

230 . . . 第二空氣流
之第三部分/第四空氣
流

231 . . . 經進一步壓
縮之第四空氣流

232 . . . 冷的經假液
化之第三部分/高壓空
氣

233 . . . 節流閥/膨
脹

234 . . . 管線/第四
空氣流/引入

301 . . . 經壓縮全部
空氣流之第三部分/第
五空氣流/第六空氣流

302 . . . 第五空氣流

500 . . . 氫氣部分

501 . . . 管線

T1 . . . 第一中溫/第
一溫度/入口溫度

T2 . . . 第二溫度/入
口溫度

T3 . . . 第一中溫

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

用於低溫分離空氣之方法及裝置

METHOD AND APPARATUS FOR THE CRYOGENIC
SEPARATION OF AIR

本發明係關於一種用於低溫分離空氣之方法及裝置，其中獲得至少一種液體產物及至少一種經內壓縮之產物，其中使用驅動兩個後壓縮機(其中一者經設計為冷壓縮機)之兩個空氣渦輪機。此方法係從 US 2009078001 A1中得知。在本文中，「主空氣壓縮機」理解為其級具有共同驅動(電動機、蒸汽渦輪機或氣體渦輪機)及在共同殼體中配置之多級機器。其可(例如)由其中該級係圍繞傳動箱周圍之齒輪壓縮機形成。此傳動裝置具有分別使用一或二級驅動數個平行小齒輪軸之大齒輪。

用於低溫分離空氣之方法及裝置係(例如)從 Hausen/Linde，Tieftemperaturtechnik[Cryogenics]，1985年第二版，第4章(281至337頁)中得知。

本發明之蒸餾塔系統可設計為雙塔系統(例如如經典Linde雙塔系統)、亦或為三或多塔系統。除用於氮氧分離之塔外，其可具有用於獲得高純度產物及/或其他空氣組分(特定而言惰性氣體)之其他裝置，例如氬氣生產裝置及/或氬氣-氙氣生產裝置。

在該方法中，液體增壓之第一產物流在主熱交換器中蒸發及隨後獲得增壓之氣態產物。此方法亦稱為內壓縮。在超臨界壓力情況下，本身未發生相變；該產物流隨後經「假蒸發」。

與(假-)蒸發產物流相反，傳熱介質於高壓下液化(或，若其於超臨界壓力下，則假液化)。該傳熱介質通常由一部分空氣組成，在此情況下特定言之由第一及第四空氣流組成。

內壓縮方法係(例如)從DE 830805、DE 901542(=US 2712738/US 2784572)、DE 952908、DE 1103363(=US 3083544)、DE 1112997(=US 3214925)、DE 1124529、DE 1117616(=US 3280574)、DE 1226616(=US 3216206)、DE 1229561(=US 3222878)、DE 1199293、DE 1187248(=US 3371496)、DE 1235347、DE 1258882(=US 3426543)、DE 1263037(=US 3401531)、DE 1501722(=US 3416323)、DE 1501723(=US 3500651)、DE 253132(=US 4279631)、DE 2646690、EP 93448 B1(=US 4555256)、EP 384483 B1(=US 5036672)、EP 505812 B1(=US 5263328)、EP 716280 B1(=US 5644934)、EP 842385 B1(=US 5953937)、EP 758733 B1(=US 5845517)、EP 895045 B1(=US 6038885)、DE 19803437 A1、EP 949471 B1(=US 6185960 B1)、EP 955509 A1(=US 6196022 B1)、EP 1031804 A1(=US 6314755)、DE 19909744 A1、EP 1067345 A1(=US 6336345)、EP 1074805 A1(=US 6332337)、DE 19954593 A1、EP 1134525 A1(=US 6477860)、DE 10013073 A1、EP 1139046 A1、EP 1146301 A1、EP 1150082 A1、EP 1213552 A1、DE 10115258 A1、EP 1284404 A1(=US 2003051504 A1)、EP 1308680 A1(=US 6612129 B2)、DE 10213212 A1、DE 10213211 A1、EP 1357342 A1或DE 10238282 A1、DE 10302389 A1、DE 10334559 A1、DE 10334560 A1、DE 10332863 A1、EP 1544559 A1、EP 1585926 A1、DE 102005029274 A1、EP 1666824 A1、EP 1672301 A1、DE 102005028012 A1、WO 2007033838 A1、WO 2007104449 A1、EP 1845324 A1、DE 102006032731 A1、EP 1892490 A1、DE

102007014643 A1、EP 2015012 A2、EP 2015013 A2、EP 2026024 A1、WO 2009095188 A2或DE 102008016355 A1中得知。

本申請案描述多個製程參數，諸如質量流速或壓力，其在一操作模式下與另一操作模式相比係「更小」或「更大」。在此情況下，這係指藉由調整及/或設置裝置而引起之各別參數之目標變化而不係穩定操作狀態下之自然變化。此等目標變化可藉由直接控制其本身參數或藉由間接控制影響待改變參數之其他參數實現。特定言之，若各種操作模式下之參數平均值間之差異大於2%，特定言之大於5%，特定言之大於10%，則參數分別係「更大」或「更小」。

在該壓力值情況下，在此情況自然壓力損失一般不考慮。若在相應位置間之壓力差不超過由在管、熱交換器、冷卻器、吸附器等中之壓力損失產生之自然管損失，則此處認為壓力係「相等」。例如，若第一產物流在主熱交換器通道中發生壓力損失，則在主熱交換器下游經壓縮之氣體產物之輸出壓力及在主熱交換器上游之壓力此處仍同等稱為「第一產物壓力」。相對而言，僅若相應壓力差與自然管損失相比較高時，則特定方法步驟下游流之第二壓力與此等步驟上游之第一壓力相比係「更低」或「更高」，即特定言之藉由至少一壓縮機級發生壓力提升，或分別地，以目標方式藉由至少一節流閥及/或至少一膨脹機器(膨脹渦輪機)發生壓力降低。

該「主熱交換器」用於通過與來自蒸餾塔系統之回流間接熱交換來冷卻進料空氣。其可由單一或數個並聯及/或串聯連接之熱交換器部分(例如一或多個版式熱交換器區塊)形成。

本發明係基於表明一種在序論中提及類型之方法及可使用高度可變液體產物餾份操作之裝置的目標。在該語境中，「液體產物餾份」僅包括以液體形式離開空氣分離設備及例如引入液體槽之流，而不包括經內壓縮之流，雖然該等經內壓縮之流係以液體形式從蒸餾塔

系統中移除，但其亦於空氣分離設備內蒸發或假蒸發及隨後以氣態形式從該空氣分離設備排出。

此目標係藉由如技術方案1之特徵來實現。

本發明之「第一操作模式」係經組態得到特高液體產量，特定言之最大液體產量(從該空氣分離設備吸出之液體產物總量)。相比之下，「第二操作模式」係經組態得到較少液體產物餉份，其亦可係(例如)零(純氣體操作)。在第二操作模式中，液體產物總量係(例如)0%，或稍高，例如在最大液體產物量之50%與100%間。(此處及在下文中所有百分比均係指莫耳量，除非另作說明。該莫耳量可以(例如) Nm^3/h 表示)。

根據本發明之方法使用在第一操作模式下以與第二操作模式相比以更低負載操作之渦輪機驅動之冷壓縮機。乍一看，在操作期間以較低通量操作渦輪機似乎無法高效得到最大液體產量，因為渦輪機可能主要為產物液化制冷。然而，在本發明文中，發現此措施使液體產物量能夠具有尤其高的可變性，同時在兩種操作模式下達到滿意效率，因此能量消耗總體相對較低。

在此文中，「冷壓縮機」理解為壓縮裝置，其中用於壓縮之氣體係在遠低於環境溫度之溫度下供應，一般低於250 K，較佳地低於200 K。

在根據本發明之方法中，該冷壓縮機可由電動機驅動。然而，在眾多情況下，有利地使用渦輪機-冷壓縮機組合，如在技術方案2中所描述。作為第五空氣流經驅動該冷壓縮機之第二渦輪機之空氣量在第一操作模式下與在第二操作模式下相比係更少。在極端實例中，在第一操作模式下，該渦輪機-冷壓縮機組合係完全不可操作，使得相應空氣量等於零。

第二渦輪機之入口壓力可約等於第一渦輪機之入口壓力；然

而，該等兩個入口壓力較佳地係不同。特定言之，第二渦輪機之入口壓力可低於第一渦輪機之入口壓力，且可(例如)等於第一空氣壓力。

有利情況係，在第一操作模式下，僅有相對小部分進料空氣壓縮為第三、較高空氣壓力，如在技術方案3中所描述。此外，第三空氣壓力在第二操作模式下與在第一操作模式下相比可以更高。

在特佳實施例中，該第三空氣流在第一渦輪機中膨脹至等於高壓塔之操作壓力(加上管損失)之出口壓力。

第二渦輪機之出口壓力亦可等於高壓塔之操作壓力(加上管損失)或可亦低於其，例如於低壓塔之操作壓力(加上管損失)，參見技術方案5及6。隨後將第三部分流(例如)引入低壓塔。

此外，該經膨脹之部分流可部分或全部引入高壓塔，如在技術方案7及8中闡明。

如在技術方案9中闡明，在該方法中，可能產生超過一種內壓縮產物，及亦超過兩種內壓縮產物。各種內壓縮產物之化學組成(例如氧/氮亦或各種純度之氧或氮)或壓力、或二者可有所不同。

本發明進一步關於呈根據技術方案10之裝置形式之空氣分離設備。根據本發明之裝置可補充有對應附屬方法請求項特徵之裝置特徵。

「用於在第一與第二操作模式間轉換之構件」係複雜的調整及控制裝置，藉由協作，其容許在兩種操作模式間至少部分自動轉換，且係(例如)經適當程控之操作控制系統。

下文參照圖式中示意地表示之例示性實施例更詳細闡明本發明-及本發明之進一步細節。

下文首先參照第一操作模式闡明本發明之例示性實施例，在此情況下，其經組態得到最大液體產量。大氣空氣1(空氣)藉由主空氣壓縮機3通過過濾器2吸入，及經壓縮至例如22 bar之第一空氣壓力。

在主空氣壓縮機3下游，該經壓縮之全部空氣4於第一空氣壓力下在預冷卻裝置5中及隨後在純化裝置6中處理。將經純化之全部空氣7分為第一空氣流100與第二空氣流200。

該第一空氣流100在主熱交換器8中從熱至冷端進行冷卻，及在該語境中經(假-)液化，及隨後在節流閥101中膨脹至大約下文闡明之高壓塔操作壓力，其較佳係5 bar至7 bar，例如6 bar。經膨脹之第一空氣流102通過管線9饋至具有高壓塔10、經設計為冷凝器-蒸發器之主冷凝器11、及低壓塔12之蒸餾塔系統。

第二空氣流200在具有後置冷卻器203之第一渦輪機驅動之後壓縮機202c中後壓縮至第二空氣壓力，例如28 bar。將經後壓縮之第二空氣流204分為第三空氣流210及第四空氣流230。

將第三空氣流210饋至主熱交換器8之熱端，及於第一中溫T1下再次移除。第三空氣流於此中溫及第二空氣壓力下饋至第一渦輪機202t，在其中其經膨脹，作功，至高壓塔10之操作壓力，該操作壓力係5 bar至7 bar，例如6 bar。第一渦輪機202t經機械耦合至第一後壓縮機202c。將經膨脹以作功之第三空氣流211引入分離器(相分離器)212中，其中由此移除少量液體餾份。其隨後以純氣體形式流經管線213及13，至高壓塔10之貯槽。渦輪機入口壓力在此情況下等於第二空氣壓力。

在蒸餾塔系統中，高壓塔之貯槽液體15在逆流過冷器16中冷卻，及通過管線17饋至將於後文闡明之氫氣部分500。因此，其於低壓塔壓力下部分以液體形式(管線18)及部分以氣體形式(管線19)往回流，及於適宜點引入低壓塔12。(若無氫氣部分存在，則該過冷之貯槽液體立即膨脹至低壓塔壓力及引入低壓塔)。

通過管線9引導至高壓塔10之至少部分液體空氣再次通過管線20移除，亦在逆流過冷器16中冷卻及通過閥21及管線22饋至低壓塔12。

將高壓塔10之氣態塔頂餾出物氮氣23之第一部分24引入主冷凝器11之液化空間，其中其實質上完全液化。如此獲得之液態氮25之第一部分26排入高壓塔10以用於再循環。第二部分27在逆流過冷器16中冷卻及通過閥28及管線29饋至低壓塔12頂部。在第一操作模式下，其中部分通過管線30再次移除，及獲得液態氮產物(LIN)，及從空氣分離設備中吸出。

從低壓塔頂部(其中主要壓力係1.2 bar至1.6 bar，例如1.3 bar)移除氣態低壓氮氣31，在逆流過冷器16及主熱交換器8中加熱，及通過管線32作為氣態低壓產物(GAN)吸出。獲自低壓塔之氣態不純氮氣33亦在逆流過冷器16及主熱交換器8中加熱。該熱的不純氮氣34可通過管線35排至大氣(ATM)或可通過管線36在純化裝置6中用作再生氣體。

液態氧通過管線37從低壓塔12之貯槽(具體言之從主冷凝器11之蒸發空間)吸出。根據具體情況，第一部分38在逆流過冷器16中過冷卻及通過管線39獲得液態氧產物(LOX)及從空氣分離設備中吸出。第二部分40形成「第一產物流」，在泵41中提升至第一產物壓力，例如37 bar，於此高壓下在主熱交換器16中蒸發，及加熱至接近環境溫度。熱的高壓氧氣42作為富含氧氣之第一經壓縮之氣體產物(GOX IC)釋放。

其他內壓縮產物可由主冷凝器11之液態氮25之第三部分43中獲得。此在泵44中以液體形式作為「第二產物流」提升至第二產物壓力，例如亦為37 bar。於此第二產物壓力，其主熱交換器8中蒸發及加熱至接近環境溫度。該熱的高壓氮氣45隨後於第二產物壓力作為富含氮氣之經壓縮之氣體產物(GAN IC)釋放。

第二空氣流204之第三部分230形成「第四空氣流」，此在主熱交換器(8)中冷卻至第一中溫(T3)，在冷壓縮機(14c)中進一步壓縮至第

三空氣壓力(例如40 bar)及於此極高壓下流經該主熱交換器至冷端。該冷的經假液化之第三部分232在節流閥233中膨脹至高壓塔壓力及通過管線234及9饋至高壓塔10。

冷壓縮機14c由第二膨脹渦輪機14t驅動，其中經壓縮之全部空氣流7之第三部分流301(作為「第五空氣流」)從第一空氣壓力膨脹至高壓塔10之操作壓力以作功。第二渦輪機具有入口溫度T2。經膨脹以作功之第五空氣流302通過管線13引入高壓塔10。

若需要氫氣產物，該空氣分離設備亦具有氫氣部分500，其功能如在EP 2447563 A1中所描述，及產生呈純液體氫氣(LAR)形式之其他液體產物，其通過管線501吸出。

在此例示性實施例中，在第一操作模式下從該空氣分離設備中吸出之「第一總量之液體產物」由在該等管線30(LIN)、39(LOX)及501(LAR)中的流組成。在第一操作模式下，液體產物(LOX、LIN、LAR)之總量與富含氧氣之經壓縮氣體產物42(GOX IC，「第一經壓縮之氣體產物」)之比例係介於20%與30%間。渦輪機14t之功率係低於渦輪機202t之功率之20%。

在第二操作模式下，該設備通過降低之「第二總量之液體產物」及降低之液體產物(LOX、LIN、LAR)之總量與富含氧氣之經壓縮氣體產物42(GOX IC，「第一經壓縮之氣體產物」)之比例操作。一般而言，管線30及39中之至少一者，較佳地二者之流量降低。在多數情況下，由於期望具有最大氫氣產量，所以氫氣生產一般不限制於目標方式。內壓縮產物42、45之量及壓力亦維持恆定。

在本文提供之例示性實施例之變化形式中，在本發明範圍內，兩個渦輪機入口溫度T1及T2亦可係相同。

在第二操作模式下，渦輪機功率改變，渦輪機14t向上，特定言之達到滿負載，且渦輪機202t之功率降低。渦輪機14t/202t之功率比

例係(例如)低於30%。

此外，空氣總量及壓縮機之最終壓力降低，使得主空氣壓縮機3使用較少能量。然而，該內壓縮方法係由第四及第五部分流230、301增加及由此可獲得更多高壓空氣232之事實改良。通過管線100之空氣量係低於或等於在第一操作模式下之空氣量。隨著液體產量在從第一操作情況轉換至第二操作情況時降低，第二渦輪機14t上之負載增加，且第一渦輪機202t上之負載降低。

基本上，所描述之方法亦可偶爾以固定方式操作，即具有恆定液體產量。在另一應用情況中，可有利地在第一操作模式下徹底關閉第二渦輪機14t與冷壓縮機14c之組合。

亦可形成第二渦輪機14t，使得其不注入高壓塔10而是注入低壓塔12；藉助相應地提升壓力比例，冷壓縮機可獲得更多能量。

本發明之效應可進一步藉由連接冷壓縮機14c下游之可關閉之第二冷壓縮機增加。在第二操作模式下，在往回饋至主熱交換器之前，獲自第一冷壓縮機14c之流通過第二冷壓縮機饋送。第二冷壓縮機使用電動機驅動。在第一操作模式下，第二冷壓縮機關閉，及獲自第一冷壓縮機14c之流通過旁路管線流過第二冷壓縮機。

【圖式簡單說明】

圖1係根據本發明之例示性實施例。

【符號說明】

- | | |
|---|----------|
| 1 | 空氣 |
| 2 | 過濾器 |
| 3 | 主空氣壓縮機 |
| 4 | 經壓縮之全部空氣 |
| 5 | 預冷卻裝置 |
| 6 | 純化裝置 |

- 7 經純化之全部空氣
- 8 主熱交換器
- 9 管線/引入
- 10 高壓塔
- 11 主冷凝器
- 12 低壓塔
- 13 管線
- 14c 冷壓縮機
- 14t 渦輪機
- 15 貯槽液體
- 16 逆流過冷器/主熱交換器
- 17 管線
- 18 管線
- 19 管線
- 20 管線
- 21 閥
- 22 管線/引入
- 23 氮氣
- 24 氮氣之第一部分
- 25 液態氮
- 26 液態氮之第一部分
- 27 液態氮之第二部分
- 28 閥
- 29 管線
- 30 管線
- 31 氣態低壓氮氣

32	管線
33	氣態不純氮氣
34	熱的不純氮氣
35	管線
36	管線
37	管線
38	液態氧之第一部分
39	管線
40	液態氧之第二部分
41	泵
42	熱的高壓氧氣/富含氧氣之經壓縮氣體產物/內壓縮產物/第一產物流
43	液態氮之第三部分/第一產物流
44	泵
45	熱的高壓氮氣/第一產物流/內壓縮產物
100	第一空氣流/管線
101	節流閥/膨脹
102	經膨脹之第一空氣流/引入
200	第二空氣流
202c	後壓縮機
202t	渦輪機
203	後置冷卻器
204	經後壓縮之第二空氣流
210	第三空氣流
211	經膨脹以作功之第三空氣流/引入
212	分離器(相分離器)

213	管線/引入
222	管線
230	第二空氣流之第三部分/第四空氣流
231	經進一步壓縮之第四空氣流
232	冷的經假液化之第三部分/高壓空氣
233	節流閥/膨脹
234	管線/第四空氣流/引入
301	經壓縮全部空氣流之第三部分/第五空氣流/第六空氣流
302	第五空氣流
500	氫氣部分
501	管線
T1	第一中溫/第一溫度/入口溫度
T2	第二溫度/入口溫度
T3	第一中溫



I663373

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】

用於低溫分離空氣之方法及裝置

METHOD AND APPARATUS FOR THE CRYOGENIC
SEPARATION OF AIR

【中文】

本發明係關於一種用於低溫分離空氣之方法及裝置，其中獲得至少一種液體產物及至少一種經內壓縮之產物，其中使用驅動兩個後壓縮機(其中一者經設計為冷壓縮機)之兩個空氣渦輪機。

【英文】

The invention relates to a method and apparatus for the cryogenic separation of air, in which both at least one liquid product and at least one internally compressed product are obtained, wherein two air turbines are used which drive two post-compressors, one of which is designed as a cold compressor.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- | | |
|-----|-------------|
| 1 | 空氣 |
| 2 | 過濾器 |
| 3 | 主空氣壓縮機 |
| 4 | 經壓縮之全部空氣 |
| 5 | 預冷卻裝置 |
| 6 | 純化裝置 |
| 7 | 經純化之全部空氣 |
| 8 | 主熱交換器 |
| 9 | 管線/引入 |
| 10 | 高壓塔 |
| 11 | 主冷凝器 |
| 12 | 低壓塔 |
| 13 | 管線 |
| 14c | 冷壓縮機 |
| 14t | 渦輪機 |
| 15 | 貯槽液體 |
| 16 | 逆流過冷器/主熱交換器 |
| 17 | 管線 |
| 18 | 管線 |
| 19 | 管線 |
| 20 | 管線 |
| 21 | 閥 |
| 22 | 管線/引入 |

23	氮氣
24	氮氣之第一部分
25	液態氮
26	液態氮之第一部分
27	液態氮之第二部分
28	閥
29	管線
30	管線
31	氣態低壓氮氣
32	管線
33	氣態不純氮氣
34	熱的不純氮氣
35	管線
36	管線
37	管線
38	液態氧之第一部分
39	管線
40	液態氧之第二部分
41	泵
42	熱的高壓氧氣/富含氧氣之經壓縮氣體產物/內壓縮產物/第一產物流
43	液態氮之第三部分/第一產物流
44	泵
45	熱的高壓氮氣/第一產物流/內壓縮產物
100	第一空氣流/管線
101	節流閥/膨脹

102	經膨脹之第一空氣流/引入
200	第二空氣流
202c	後壓縮機
202t	渦輪機
203	後置冷卻器
204	經後壓縮之第二空氣流
210	第三空氣流
211	經膨脹以作功之第三空氣流/引入
212	分離器(相分離器)
213	管線/引入
222	管線
230	第二空氣流之第三部分/第四空氣流
231	經進一步壓縮之第四空氣流
232	冷的經假液化之第三部分/高壓空氣
233	節流閥/膨脹
234	管線/第四空氣流/引入
301	經壓縮全部空氣流之第三部分/第五空氣流/第六空氣流
302	第五空氣流
500	氫氣部分
501	管線
T1	第一中溫/第一溫度/入口溫度
T2	第二溫度/入口溫度
T3	第一中溫

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

申請專利範圍

1. 一種用於在具有主空氣壓縮機、主熱交換器(8)及具有高壓塔(10)及低壓塔之蒸餾塔系統的空氣分離設備中低溫分離空氣之方法，其中

使全部進料空氣(1)在該主空氣壓縮機(3)中壓縮至與該高壓塔之操作壓力相比高出至少3 bar之第一空氣壓力，以形成經壓縮之全部空氣流，

使該經壓縮之全部空氣流之第一部分(作為第一空氣流(100))於該第一空氣壓力下在該主熱交換器(8)中冷卻及液化或假-液化，隨後膨脹(101)及引入(102、9)該蒸餾塔系統中，

使該經壓縮之全部空氣流之第二部分(作為第二空氣流(200))在第一渦輪機驅動之後壓縮機(202c)中後壓縮至高於該第一空氣壓力之第二空氣壓力，

使該經後壓縮之第二空氣流之第一部分流(作為第三空氣流(210))於該第二空氣壓力及第一溫度(T1)下引入第一渦輪機(202t)，在其中其經膨脹，作功，及隨後引入(211、213、22)該蒸餾塔系統中，其中該第一渦輪機(202t)驅動該第一渦輪機驅動之後壓縮機(202c)，

至少偶爾在該蒸餾塔系統中獲得至少一種液體產物，及從該空氣分離設備中吸出，

以液體形式從該蒸餾塔系統中吸出第一產物流，以液體狀態提升至第一高產物壓力，在主熱交換器(8)中蒸發或假蒸發及加熱，及

將經加熱之第一產物流(42；45)作為第一經壓縮之氣體產物從空氣分離設備中吸出，

其中

至少偶爾地

使該經後壓縮之第二空氣流之第二部分流(作為第四空氣流(230))在主熱交換器(8)中冷卻至第一中溫(T3)，在冷壓縮機(14c)中進一步壓縮至高於該第二空氣壓力之第三空氣壓力，及

於該第三空氣壓力下使經進一步壓縮之第四空氣流(231)在主熱交換器(8)中冷卻及液化或假液化，隨後膨脹(233)及引入(234、9)該蒸餾塔系統中，

在第一操作模式下，從該空氣分離設備中吸出第一總量之液體產物，

在第二操作模式下，從該空氣分離設備中吸出低於該第一總量之第二總量之液體產物，及其中

流經該冷壓縮機(14c)之該第四空氣流(230)具有至少下列性質之一：

其量在第二操作模式下與在第一操作模式下相比更高，

其於該冷壓縮機出口處之壓力在第二操作模式下與在第一操作模式下相比更高，

其中

至少偶爾地

將該經壓縮之全部空氣流之第三部分(作為第五空氣流(301))於該第一空氣壓力及第二溫度(T2)下引入第二渦輪機(14t)中，在其中其經膨脹、作功，

該第二渦輪機(14t)驅動由該冷壓縮機(14c)形成之第二渦輪機驅動之後壓縮機，

將經膨脹、作功之第五空氣流(302)引入該蒸餾塔系統中，及其中

在該第一操作模式下，作為第五空氣流(301、302)引導通過該第二渦輪機(14t)之空氣之量係低於在該第二操作模式下之量；

其中該第五空氣流(301)在該第二渦輪機(14t)中膨脹至等於該高壓塔(10)之操作壓力的出口壓力。

2. 如請求項1之方法，其中

在該第一操作模式下

該經壓縮之全部空氣流之第一量之空氣形成該第一空氣流(100)，及

該經壓縮之全部空氣流之第二量之空氣形成該第二空氣流(200)，

及

在該第二操作模式下

該經壓縮之全部空氣流之第三量之空氣(其等於或小於該第一量之空氣)形成該第一空氣流(100)，及

該經壓縮之全部空氣流之第四量之空氣(其小於該第二量之空氣)形成該第二空氣流(200)。

3. 如請求項1或2之方法，其中該第三空氣流(210)在該第一渦輪機(202t)中膨脹至等於該高壓塔(10)之操作壓力的出口壓力。

4. 如請求項1或2之方法，其中在該第二操作模式下，該第五空氣流(301)在該第二渦輪機(14t)中膨脹至等於該低壓塔(12)之操作壓力的出口壓力。

5. 如請求項1或2之方法，其中在兩種操作模式下，分別將以下空氣流中之至少一者之至少一部分引入在該空氣流膨脹下游之該高壓塔(10)中：

第一空氣流(102)，

第三空氣流(211)，

第四空氣流(234)。

6. 如請求項1或2之方法，其中將該經膨脹之第五空氣流(302)之至少一部分引入該高壓塔(10)中。

7. 如請求項1或2之方法，其中

以液體形式從該蒸餾塔系統中吸出第二產物流，於液體狀態中提升至第二高產物壓力，在該主熱交換器中蒸發或假蒸發及加熱，及

將該經加熱之第二產物流作為第二經壓縮之氣體產物從空氣分離設備中吸出，

其中特定言之

該第一產物流係由獲自該低壓塔之下部區域之氧氣組成及/或

該第二產物流係由獲自該高壓塔之上部區域或該高壓塔之頂部冷凝器之氮氣(43)組成。

8. 一種用於低溫分離空氣之空氣分離設備，其具有

主熱交換器(8)，

具有高壓塔(10)及低壓塔之蒸餾塔系統，

用於將全部該進料空氣(1)壓縮至與該高壓塔操作壓力相比高出至少3 bar之第一空氣壓力，以形成經壓縮之全部空氣流之主空氣壓縮機(3)，

用於在該主熱交換器(8)中於該第一空氣壓力下冷卻該經壓縮之全部空氣流之第一部分(作為第一空氣流(100))之構件，

用於使該經冷卻之第一空氣流膨脹(101)及將此空氣流引入(102、9)該蒸餾塔系統中之構件，

用於將該經壓縮之全部空氣流之第二部分(作為第二空氣流(200))後壓縮至高於該第一空氣壓力之第二空氣壓力之第一渦輪機驅動之後壓縮機(202c)，

用於使該第二空氣流之第一部分流(作為第三空氣流(210))作功膨脹之第一渦輪機(202t)，其中該第二空氣流之第一部分流係從高於該第一空氣壓力但不超過該第三空氣壓力之第一渦輪機入口壓力後壓縮，且其中該第一渦輪機(202t)係耦合至該第一渦輪機驅動之後壓縮機(202c)，

用於將經膨脹、作功之該第三部分流從該第二空氣壓力及第一溫度(T1)引入(211、213、22)該蒸餾塔系統中之構件，

用於在該蒸餾塔系統中獲得至少一種液體產物之構件及用於從該空氣分離設備中吸出該液體產物之構件，

用於從該蒸餾塔系統中以液體形式吸出第一產物流、在液體狀態下增壓至第一高產物壓力、在該主熱交換器(8)中加熱之構件，及具有

用於從該空氣分離設備中吸出該經加熱之第一產物流(42；45)(作為第一經壓縮之氣體產物)之構件，

用於在該主熱交換器(8)中將該第二空氣流之第二部分流(作為第四空氣流(230))冷卻至第一中溫(T3)之構件，

用於進一步將該第四空氣流壓縮至高於該第二空氣壓力之第三空氣壓力之冷壓縮機(14c)，

用於在該主熱交換器(8)中於該第三空氣壓力下冷卻該經進一步壓縮之第四空氣流之構件，

用於使該經冷卻之第四空氣流膨脹(233)及將此空氣流引入(234、9)該蒸餾塔系統中之構件，

及具有用於在第一及第二操作模式間轉換之構件，

且進一步具有

用於將經壓縮之全部空氣流之第三部分(作為第五空氣流(301))以於該第一空氣壓力及第二溫度(T2)下引入第二渦輪機(14t)中

(在其中其經膨脹、作功)之構件，

藉由該第二渦輪機(14t)驅動的第二渦輪機驅動之後壓縮機，
其係由該冷壓縮機(14c)形成，及

用於將經膨脹、作功之第五空氣流(302)引入該蒸餾塔系統中之構件，

其中

在第一操作模式下，從該空氣分離設備中吸出第一總量之液體產物，

在該第一操作模式下，作為第五空氣流(301、302)引導通過該第二渦輪機(14t)之空氣之量係低於在該第二操作模式下之量，

在第二操作模式下，從該空氣分離設備中吸出小於該第一總量之第二總量之液體產物，

其中

該第五空氣流(301)在該第二渦輪機(14t)中膨脹至等於該高壓塔(10)之操作壓力的出口壓力；

其中該轉換構件係經設計，使得流經該冷壓縮機(14c)之該第四空氣流(230)具有至少以下性質之一：

其量在第二操作模式下與在第一操作模式下相比更高，及

其於該冷壓縮機出口處之壓力在第二操作模式下與在第一操作模式下相比更高。

