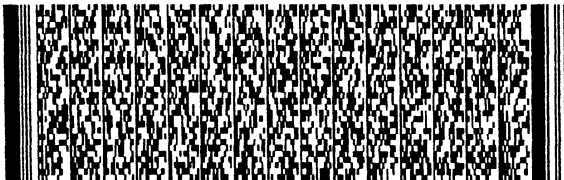


申請日期: 2011. 05. 20	案號: 91110475
類別: F01D 5/08	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		559639
一、 發明名稱	中文	渦輪機葉片內冷卻流道之非貼壁式紊流增益器裝置
	英文	Detached Turbulator Configuration for Cooling Passages of Gas Turbine Blades
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 劉通敏 2. 陳孟鈺
	姓名 (英文)	1. Tong-Miin Liou 2. Meng-Yu Chen
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國
	住、居所	1. 新竹市東區光復路二段清大西院60號4樓 2. 苗栗縣頭份鎮建國里永安街162號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 財團法人私立逢甲大學
	姓名 (名稱) (英文)	1. Feng Chia University
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 臺中市西屯區文華路100號
	代表人 姓名 (中文)	1. 劉安之
代表人 姓名 (英文)	1. An-Chi Liu	
		

本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

五、發明說明 (1)

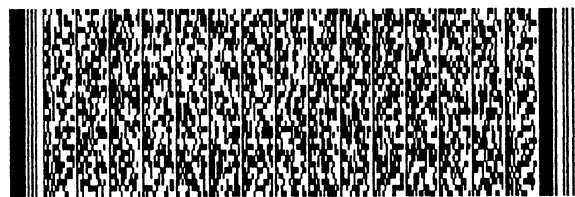
【本發明的詳細說明】

本發明係有關於一種熱傳提昇的裝置，特別是針對渦輪機葉片中的內冷卻流道表面突出物（肋條）之設計，因此其實在是一種相當具有實用性及進步性之發明，相當值得產業界來推廣，並公諸於社會大眾。

【本發明的背景說明】

按，在燃氣渦輪機之領域中，一般人常以提高渦輪機進口之溫度，而可有效降低單位推力燃料消耗率並增加渦輪機比功率以及提升循環效率。所以，先進渦輪機的設計其進口溫度可達 1700—2000 K，但因受限於渦輪機葉片材料的溫度極限，因此目前發展出多種的冷卻技術運用在渦輪機葉片冷卻上，用以降低葉片之溫度並令其達到材料可承受之範圍，而內冷卻流道即為其中廣泛使用的冷卻技術之一，其方法係在渦輪機葉片內加入內部流道，並引入部分壓縮機產生的高壓冷空氣，而自渦輪機葉片根部沿內流道進入葉片內，將葉片表面之高熱由葉片內部帶走。

如上述之作動結構，茲再將其詳述之，請參閱第一圖及第二圖所示，其係燃氣渦輪機葉片縱向剖面與橫截面示意圖，其中渦輪機葉片 200 內具有蛇形冷卻流道 210，此蛇形冷卻流道 210 是由多個徑向外流管道 250（流體朝向葉片頂部 201 流動）與徑向內流管道 251（流體遠離葉片頂部 201 流動）所組成，而徑向外流管道 250 與徑向內流管道 251 則是由迎風壁 30、背風壁



五、發明說明 (2)

3 1 以及二個隔板 3 2 與 3 3 所形成之內流道；

該冷流體 2 0 4 從渦輪機葉片根部 2 0 2 進入蛇形冷卻流道 2 1 0，流過徑向外流管道 2 5 0 與徑向內流管道 2 5 1，最後可經由葉片頂部 2 0 1 上的洞 2 0 3 排出；

承上所述，然一般人為增加其內冷卻流道的熱傳效率，常見的做法係於內冷卻流道表面安置有不同形狀與配置之肋條或稱紊流增益器，其主要目的係藉由流體與壁面有更激烈的交互作用而增加熱傳。

然觀之習知之肋條結構，請參閱第三圖所示，係習知之貼壁式正交肋條於徑向外流之內流道冷卻方式之側視圖與 A—A 之剖面視圖，在內流道主要熱傳壁面：迎風壁內面 3 0 A 與背風壁內面 3 1 A 加上了貼壁式正交肋條 4 0，利用肋條周圍的流場加速 1 1，來破壞熱邊界層的形成，並增加紊流動能，以增進熱傳效率，亦或如第四圖所示，係習知之貼壁式正交肋條於徑向內流之內流道冷卻方式的側視圖與 B—B 剖面視圖，其係於迎風壁內面 3 0 A 與背風壁內面 3 1 A 加上了貼壁式正交肋條，來促進熱傳效率，然上述之兩者結構，於使用上卻未能臻至完善，茲將其缺陷敘述如下：

1、首先因第三圖或第四圖之肋條 4 0 後緣會有低速迴流區 1 2 產生，如此而造成局部低熱傳區域，會有熱點存在，而影到整體結構之功效；

2、又，當渦輪機在運轉時（旋轉方向 1 0 0），該葉片內流道 2 5 0 與 2 5 1 內的流體會受葉片轉動的影響



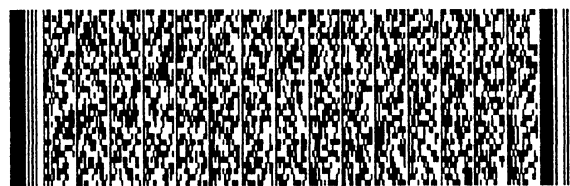
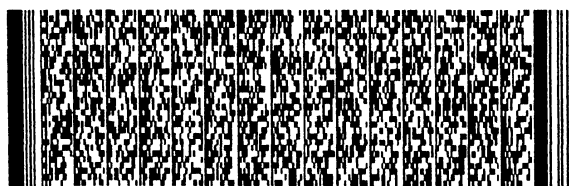
五、發明說明 (3)

而承受一旋轉力，此旋轉力即是所知之科氏力，而科氏力會造成內流道內流體產生循環流動，如第三圖所示，此循環流動的方向與流體在內流道內徑向流動的方向有關，該第三圖係描繪出了一對在徑向外流管道 250 由於科氏力作用而形成之相反循環流動 15 與 16，使流體從迎風壁 30 朝背風壁 31 移動。相對地，第四圖則描繪出在徑向內流管道 251 由於科氏力作用而形成之相反循環流動 17 與 18，使流體從背風壁 31 朝迎風壁 30 移動；

而由於科氏力的影響，將使得內流道內的流體 10 朝向背風壁 31，而形成有二次流 15 與 16，此二次流 15 與 16 係直接衝擊背風壁內面 31A，如此而增加背風壁 31 的熱傳增益，而如第四圖則因主流 20 流向不同，造成科氏力朝向迎風壁 30，所形成的二次流 17 與 18 直接衝擊迎風壁內面 30A，增加迎風壁 30 的熱傳效益；

如上述可知，二次流 15、16 雖可增加單面熱傳效益，但對於另一面則會造成熱傳效果變差之情形，其如第三、四圖所示，當管流為徑向外流時，背風壁熱傳增益，迎風壁熱傳即變差，而又當管流為徑向內流時，背風壁熱傳會變差，迎風壁之熱傳則呈增益狀；

由此可知，習知之紊流增益器，其不僅易於肋條 40 後緣會有低速迴流區 12 產生，而造成局部低熱傳區域之熱點產生，其亦會因葉片轉動時，而伴隨著科氏力之產生，造成結構上之缺陷，而此主要亦係因先前的技術在設計



五、發明說明 (4)

渦輪機葉片內冷卻流道之紊流增益器時，皆為將靜態實驗結果直接應用於轉動葉片上，然而實際操作時所產生科氏力亦會有所影響，由於旋轉所造成的科氏力會使得內冷卻流道內的流體偏向一側，而造成結構上之缺陷。

因此在冷卻流道的設計應用中，總希望在最小的能量耗損下，達到最大的熱傳效益，因此，如何設計改良內冷卻流道之肋條配置，以達到較佳的熱傳增益效果，長久以來一直是氣渦輪機設計者所努力的目標，而本發明人基於多年從事機械熱流之相關學術與產業研究、開發之實務經驗，乃思及改良之意念，基於個人之專業知識，經多方面設計、探討，並經無數次試作樣品及改良後，終能發明出一種非貼壁式紊流增益器。

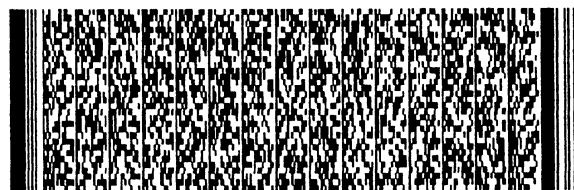
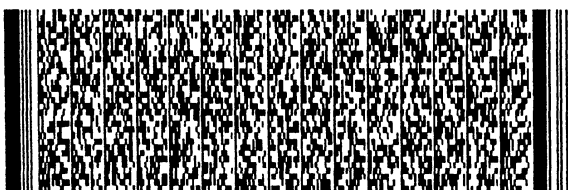
【本發明的發明目的】

本發明之主要目的，在於提出一種非貼壁式紊流增益器及其配置方式，其主要係將肋條位置提高，使其與壁面間形成一間隙。並根據科氏力的方向，提出一種最佳的肋條配置方式。

本發明之次要目的，在於提出一種非貼壁式紊流增益器及其配置方式，可增加紊流動能，提昇熱傳效益，並且可消除熱點，增加熱傳的均勻性。

因此其總體來講，本發明可說是相當具有進步性，且可以稱為相當突破的一種發明，且具有產業上的利用價值。

【本發明之實施例詳細說明】



五、發明說明 (5)

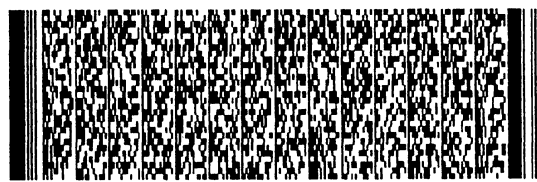
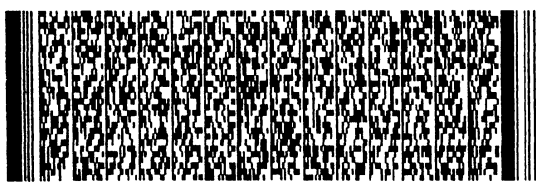
本發明係有關於一種渦輪機葉片內冷卻流道之非貼壁式紊流增益器裝置，請參閱第五圖與第六圖係本發明非貼壁式紊流增益器及其配置方式於徑向外流與徑向內流之內流道冷卻方式的側視圖與剖面視圖。

如第五圖與第六圖所示，肋條 41 與主要熱傳壁面：迎風壁 30 與背風壁 31 存在有一間隙 C，流體流經此間隙 C 時，產生壁面噴流 13 以及對流體有加速作用，可增加紊流動能，提昇熱傳增益，並且可消除貼壁式肋條所產生的熱點。

而根據實際實驗結果發現（如第 1 表所示，請參閱附件一），非貼壁式紊流增益器 41 於徑向外流 250 之迎風壁 30 與徑向內流之背風壁 31，較習知之貼壁式正交肋條 40 擁有較佳之熱傳係數，最高約可增加 21%，但是，非貼壁式紊流增益器 41 於徑向外流 250 之背風壁 31 與徑向內流之迎風壁 30，則較習知之貼壁式正交肋條 40 擁有較差之熱傳係數，這是由於非貼壁式紊流增益器 41 所產生之壁面噴流 13 削弱了流體因科氏力作用對壁面的衝擊。

另外，如第 2 表所示，非貼壁式紊流增益器 41 其熱傳均勻性較習知之貼壁式正交肋條 40 為佳。

基於上述，爰是，本發明人發明出一種非貼壁式／貼壁式紊流增益器及其配置方式。第七圖與第八圖係本發明非貼壁式／貼壁式紊流增益器及其配置方式於徑向外流與徑向內流之內流道冷卻方式的側視圖與剖面視圖。如第七

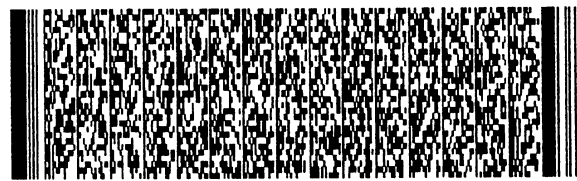
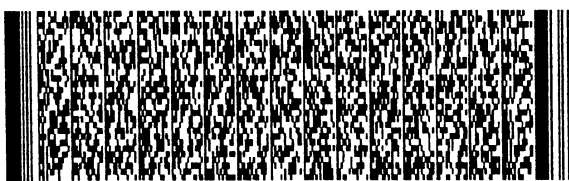


五、發明說明 (6)

圖與第八圖所示，肋條41與徑向外流250之迎風壁內面30A以及徑向內流之背風壁內面31B存在有一間隙C，流體流經此間隙C時，產生壁面噴流13以及對流體有加速作用，可增加紊流動能，提昇熱傳係數，並且可消除貼壁式肋條所產生的熱點；肋條40與徑向外流250之背風壁內面31A以及徑向內流之迎風壁內面30B緊密接合，維持科氏力的作用，保持較佳之熱傳係數。

第九圖與第十圖是本發明之非貼壁式／貼壁式紊流增益器及其配置方式之設計參數示意圖，H代表非貼壁式或貼壁式肋條的高度，W代表非貼壁式或貼壁式肋條的寬度，L代表非貼壁式或貼壁式肋條的長度，C代表非貼壁式肋條與主熱傳壁面的間隙，其中 W/H 的值為介於0.2—0.5內的任一值， C/H 的值為介於0.2—1內的任一值。P代表肋條節距，即相鄰熱傳增益器之間隔距離，本發明之非貼壁式／貼壁式紊流增益器41與40可以依內流道長度任意選定肋條節距P，以各種數量組合，安置在內流道壁面，以達到內流道冷卻之目的。

第1表是本發明與習知之貼壁式正交肋條於內流道冷卻設計之熱傳增益性能比較，結果顯示非貼壁式紊流增益器41於徑向外流250之迎風壁30與徑向內流251之背風壁31，較習知之貼壁式正交肋條40擁有較佳之熱傳係數，最高可增加21%，但是，非貼壁式紊流增益器41徑向外流250之背風壁31與徑向內流251之迎風壁30，則較習知之貼壁式正交肋條40擁有較差



五、發明說明 (7)

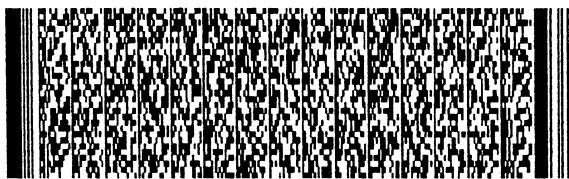
之熱傳增益。而本發明之非貼壁式／貼壁式紊流增益器於徑向外流 250 之迎風壁 30 與徑向內流 251 之背風壁 31，較習知之貼壁式正交肋條 40 擁有較佳之熱傳增益，最高約可增加 42%，而於徑向外流 250 之背風壁 31 與徑向內流 251 之迎風壁 30，仍可維持貼壁式正交肋條 40 之熱傳增益。

第 2 表是本發明與習知之貼壁式正交肋條於內流道冷卻設計之熱傳不均勻性比較，結果顯示非貼壁式紊流增益器 41 擁有最佳之熱傳均勻性，非貼壁式／貼壁式紊流增益器次之，而貼壁式正交肋條 40 最差。

附件一說明：

第 1 表：係為本發明與習知技術（貼壁式正交肋條）之熱傳係數比較實驗結果。

第 2 表：係為本發明與習知技術（貼壁式正交肋條）之熱傳不均勻性比較實驗結果。

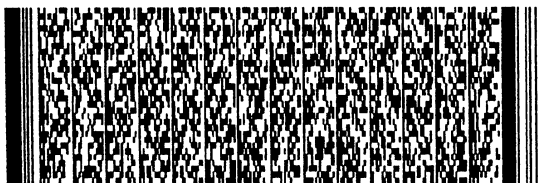


圖式簡單說明

本發明的較佳實施例可以配合所附的圖式而作一更加詳細的說明，俾使審查委員對於本發明可以獲致更進一步之瞭解，其中：

A · 主要元件符號說明：

- 10 徑向外流之冷卻流體主流
- 11 肋條周圍流體
- 12 低速迴流區
- 13 壁面噴流
- 15 二次流
- 16 二次流
- 17 二次流
- 18 二次流
- 20 徑向內流之冷卻流體主流
- 21 肋條周圍流體
- 23 壁面噴流
- 30 迎風壁
- 30A 徑向外流之迎風壁內面
- 30B 徑向內流之迎風壁內面
- 31 背風壁
- 31A 徑向外流之背風壁內面
- 31B 徑向內流之背風壁內面
- 32 左隔板
- 33 右隔板
- 40 貼壁式正交肋條



圖式簡單說明

- 50 空氣入口
- 51 網狀加熱器
- 52 氫離子雷射
- 53 馬達
- 54 鼓風機
- 55 排氣
- 56 電腦

B · 圖示編號說明：

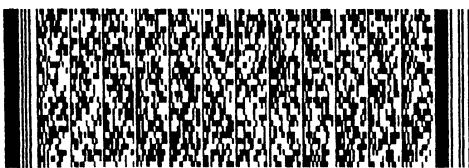
- 第一圖：係燃氣渦輪機葉片縱向剖面示意圖；
- 第二圖：係燃氣渦輪機葉片橫截面示意圖；
- 第三圖：係貼壁式正交肋條於徑向外流管道之冷卻方式；
- 第四圖：係貼壁式正交肋條於徑向內流管道之冷卻方式；
- 第五圖：係本發明非貼壁式正交肋條於徑向外流管道之冷卻方式；
- 第六圖：係本發明非貼壁式正交肋條於徑向內流管道之冷卻方式；
- 第七圖：係本發明非貼壁式／貼壁式正交肋條於徑向外流管道之冷卻方式；
- 第八圖：係本發明非貼壁式／貼壁式正交肋條於徑向內流管道之冷卻方式；
- 第九圖：係本發明非貼壁式／貼壁式正交肋條於徑向外流管道設計參數示意圖；
- 第十圖：係本發明非貼壁式／貼壁式正交肋條於徑向內流管道設計參數示意圖；以及
- 第十一圖：係本實驗之設備裝置示意圖。



四、中文發明摘要 (發明之名稱：渦輪機葉片內冷卻流道之非貼壁式紊流增益器裝置)

一種非貼壁式紊流增益器，主體與主熱傳面存在有一間隙，安置於內流道內，可以用來產生壁面噴流，促使流體加速，同時可破壞熱邊界層，並增加紊流強度，以增加熱傳增益，且可將貼壁式肋條後方迴流區以及其伴隨之熱點消除。

英文發明摘要 (發明之名稱：Detached Turbulator Configuration for Cooling Passages of Gas Turbine Blades)



六、申請專利範圍

1、一種非貼壁式紊流增益器，主體為一任意形狀截面之肋條，其中於肋條與壁面間存有一間隙者。

2、如申請專利範圍第1項所述之非貼壁式紊流增益器，其中該肋條係為矩形。

3、如申請專利範圍第2項之紊流增益器，其中矩形截面肋條的寬高比可為大於0.2且小於5之任意選定值。

4、如申請專利範圍第1項之紊流增益器，其中間隙與肋條高度的比可為大於0.2且小於1之任意選定值。

5、如申請專利範圍第1項之紊流增益器，主體為一三角形截面之肋條。

6、如申請專利範圍第5項之紊流增益器，其中肋條截面可為任意三角形。

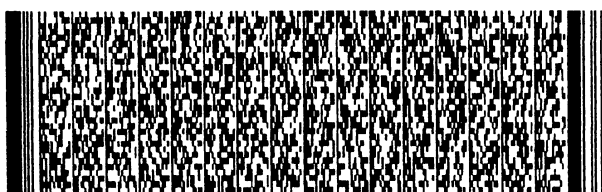
7、如申請專利範圍第5項之紊流增益器，其中間隙與肋條高度的比可為大於0.2且小於1之任意選定值。

8、如申請專利範圍第1項之紊流增益器，主體為一圓形截面肋條。

9、如申請專利範圍第8項之紊流增益器，其中間隙與圓形截面肋條直徑的比可為大於0.2且小於1之任意選定值。

10、一種內流道冷卻方式，採用申請專利範圍第1項之紊流增益器，該紊流增益器可以任意之數量與位置組合，安置於內流道之壁面。

11、一種非貼壁式／貼壁式紊流增益器配置，採用如

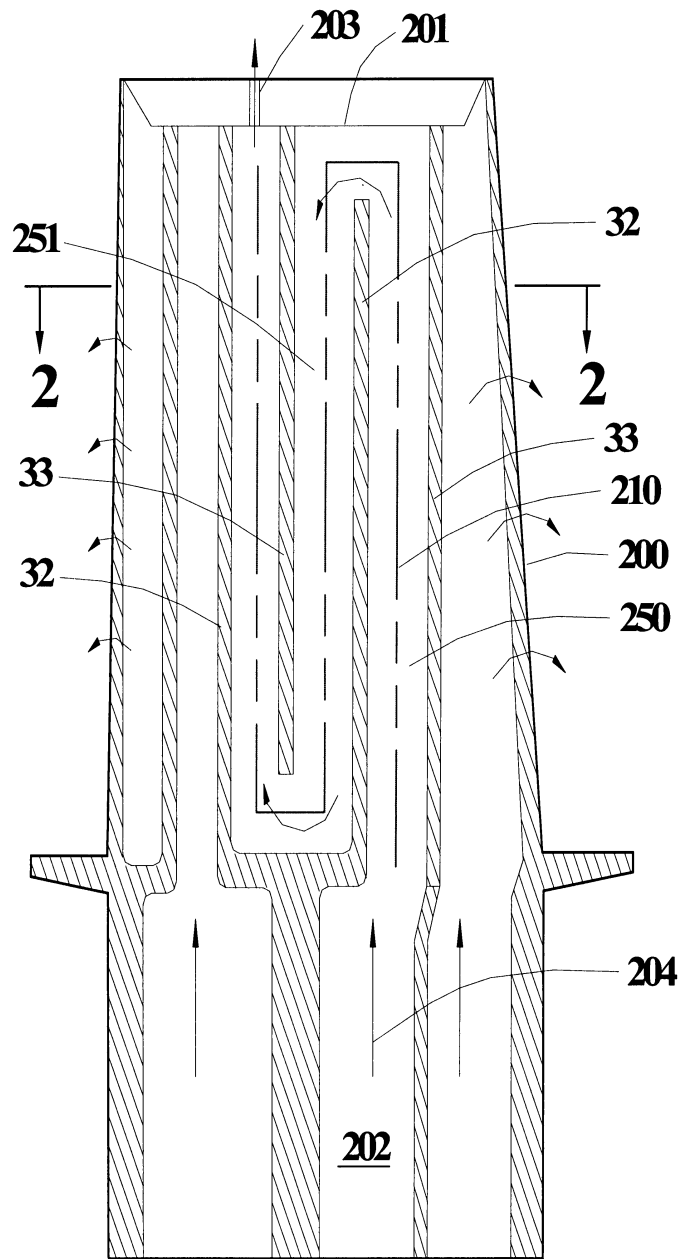


六、申請專利範圍

申請專利範圍第 1 項之非貼壁式紊流增益器安置在與科氏力方向相反的內流道壁面，貼壁式紊流增益器安置在與科氏力方向相同的內流道壁面，以提高熱傳效率。

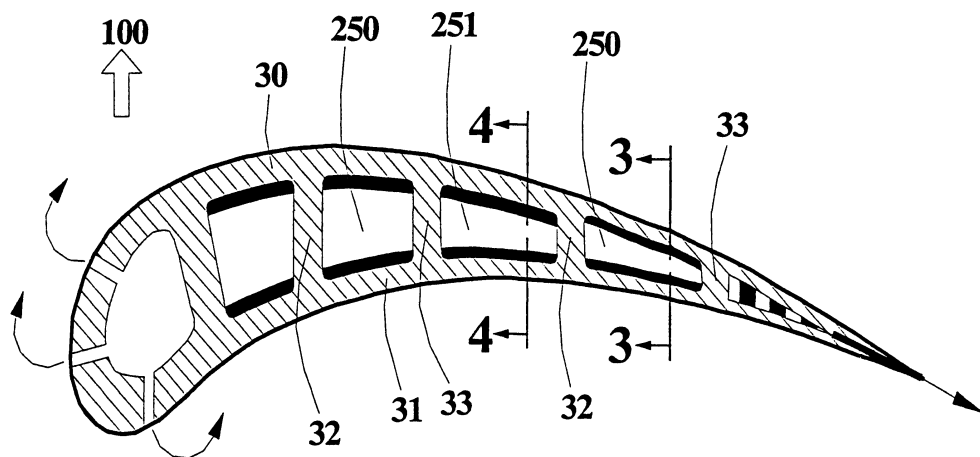


圖式



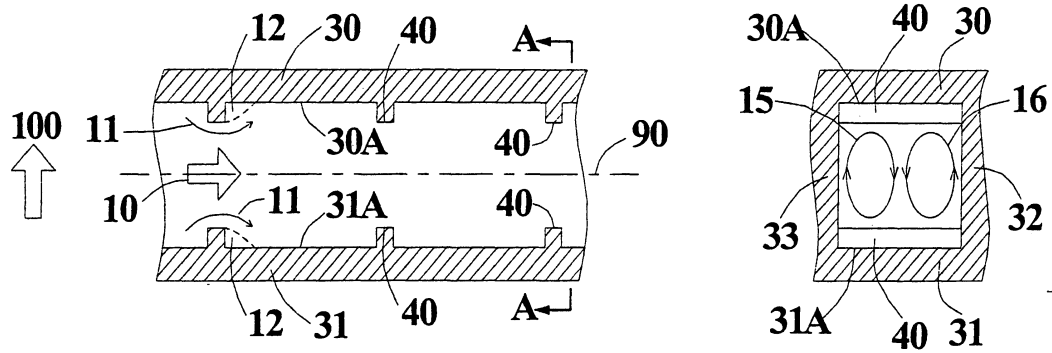
第一圖

圖式

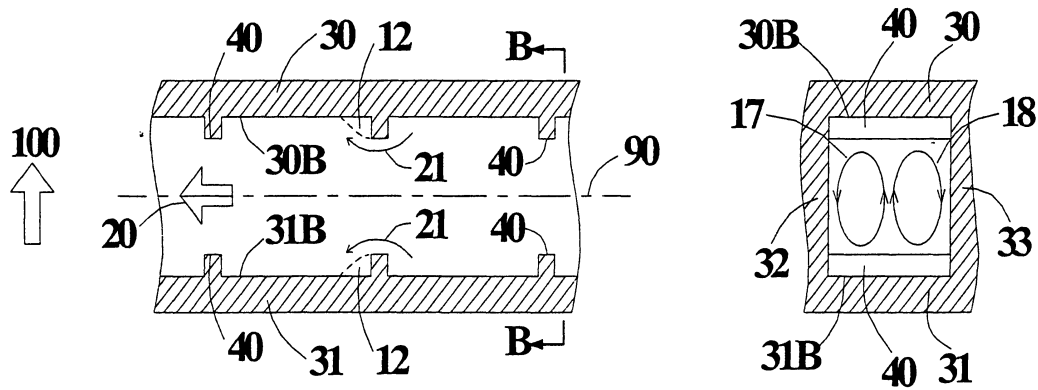


第二圖

圖式

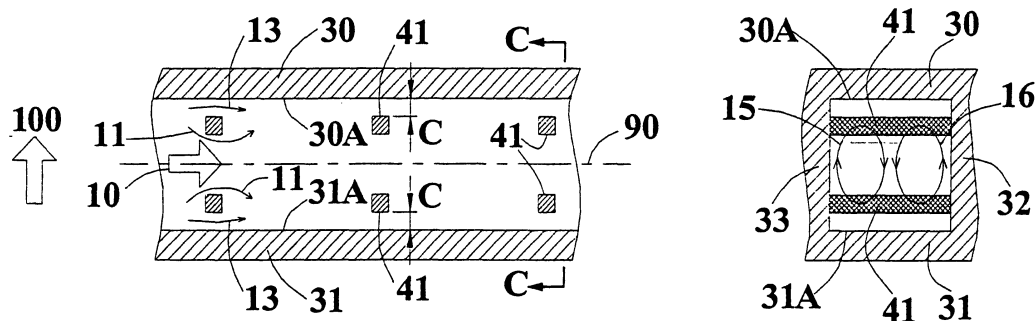


第三圖

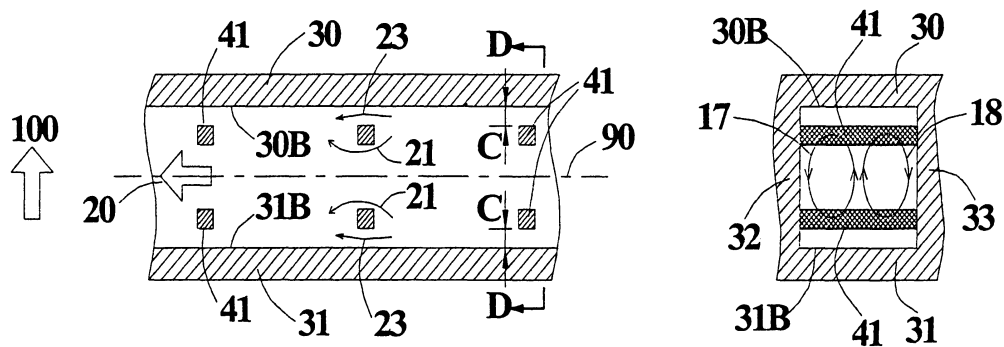


第四圖

圖式

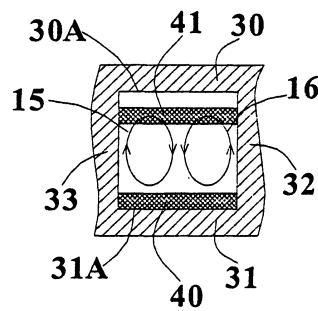
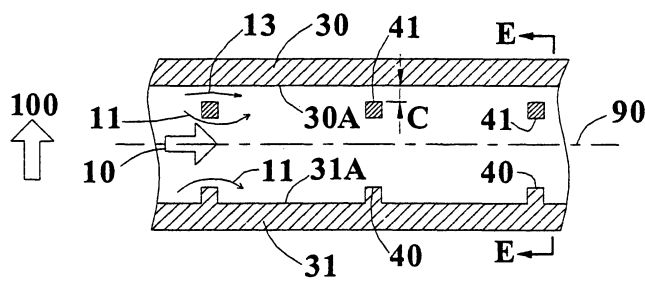


第五圖

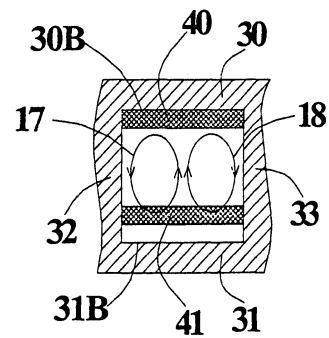
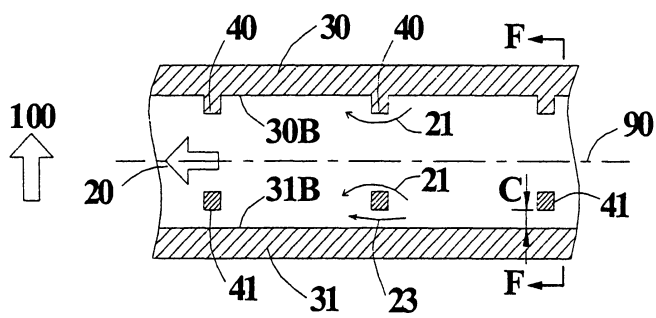


第六圖

圖式

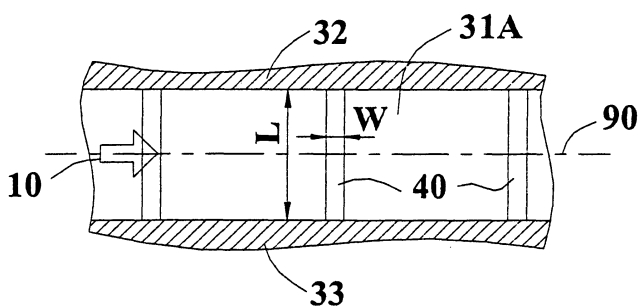
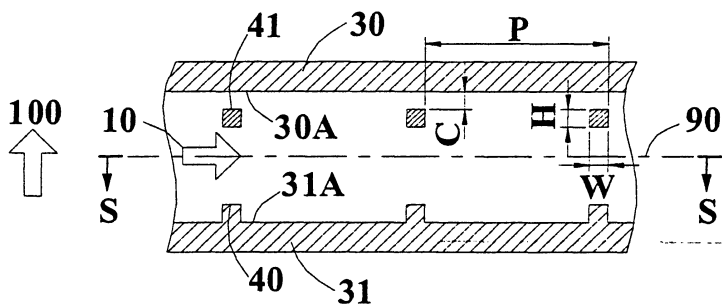


第七圖

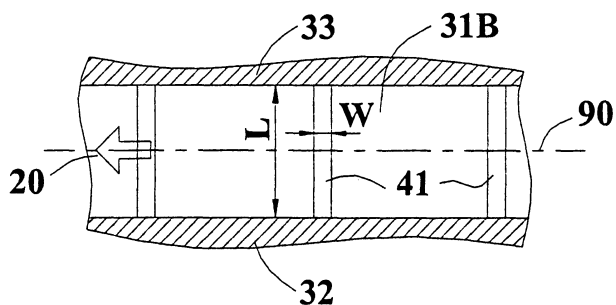
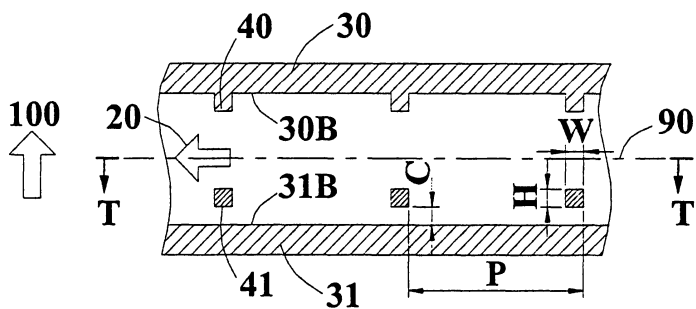


第八圖

圖式

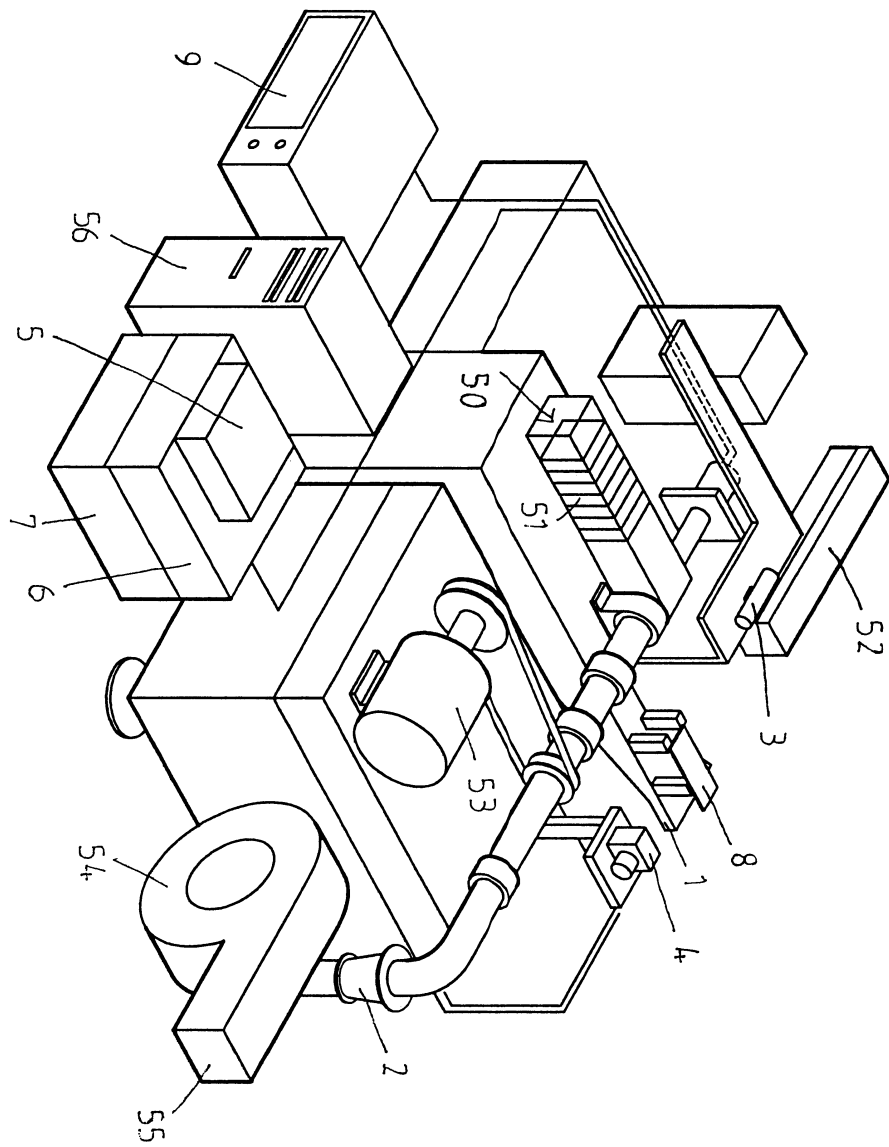


第九圖



第十圖

圖式



第十二圖

圖式簡單說明

- | | |
|-----|------------|
| 41 | 非貼壁式正交肋條 |
| 90 | 流道中心線 |
| 100 | 葉片轉動方向 |
| 200 | 燃氣渦輪機葉片 |
| 201 | 葉片頂部 |
| 202 | 葉片根部 |
| 203 | 葉片頂部出口 |
| 204 | 入口冷流體 |
| 210 | 蛇形管道 |
| 250 | 徑向外流管道 |
| 251 | 徑向內流管道 |
| C | 間隙 |
| H | 肋條高度 |
| L | 肋條長度 |
| P | 肋條節距 |
| W | 肋條寬度 |
| 1 | 測試段 |
| 2 | 流量計 |
| 3 | 光學纖維偵測頭 |
| 4 | 光電倍增管 |
| 5 | 混頻器 |
| 6 | 迴轉角度解析器 |
| 7 | 數位計數器 |
| 8 | 電子照相機與照明設備 |
| 9 | 數據記錄器 |

