

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4695952号  
(P4695952)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月4日(2011.3.4)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2C 7/22 (2006.01)

FO2C 7/22

C

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/28

B

FO2C 7/232 (2006.01)

FO2C 7/232

B

請求項の数 16 外国語出願 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2005-275038 (P2005-275038)  
 (22) 出願日 平成17年9月22日 (2005.9.22)  
 (65) 公開番号 特開2006-90327 (P2006-90327A)  
 (43) 公開日 平成18年4月6日 (2006.4.6)  
 審査請求日 平成20年4月30日 (2008.4.30)  
 (31) 優先権主張番号 0410052  
 (32) 優先日 平成16年9月23日 (2004.9.23)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(73) 特許権者 505277691  
 スネクマ  
 フランス国、75015・パリ、ブルーバー・ドユ・ジエナラル・マルシイアル・バラン、2  
 (74) 代理人 100062007  
 弁理士 川口 義雄  
 (74) 代理人 100114188  
 弁理士 小野 誠  
 (74) 代理人 100119253  
 弁理士 金山 賢教  
 (74) 代理人 100103920  
 弁理士 大崎 勝真  
 (74) 代理人 100124855  
 弁理士 坪倉 道明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ機械燃焼室に空気／燃料混合物を噴射する発泡性空気力式システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ターボ機械燃焼室に空気／燃料混合物を噴射する空気力式噴射システム（2、2'）であって、

空気／燃料混合物を運ぶよう下流端（4b）において開かれる軸XX'を有する管状構造（4）と、

ターボ機械の圧縮段に接続され、管状構造に圧力P<sub>A</sub>で空気を導入するよう管状構造（4）に対して開かれる少なくとも一つの空気供給チャネル（6、6'）と、

管状構造（4）においてこの軸XX'の回りに形成され、燃料が圧力P<sub>C</sub>で流れる少なくとも一つの燃料供給チャネル（10）に接続され、管状構造（4）に下流端（8b）で開かれ拡大部を形成する、環状の燃料路（8）と、を備え、

システムは更に、少なくとも一つの燃料供給チャネル（10）に気体を噴射する手段を更に備え、気体は、管状構造（4）に導入される際に燃料に発泡を生じさせるよう圧力P<sub>A</sub>よりも大きくP<sub>C</sub>以上の圧力、P<sub>G</sub>にあり、

システムが更に、燃料供給チャネル（10）に対して開かれ、気体供給管（14）に接続される少なくとも一つの気体噴射チャネル（12）を含むことを特徴とする、前記システム。

## 【請求項 2】

気体噴射チャネル（12）が燃料供給チャネル（10）に対して略垂直に開かれることを特徴とする、請求項1に記載のシステム。

**【請求項 3】**

管状構造(4)において燃料路(8)の回りに形成され、気体供給管(14)に接続され、気体噴射チャネル(12)に開かれる環状の気体分配空洞(16)を更に備えることを特徴とする、請求項1または2に記載のシステム。

**【請求項 4】**

管状構造(4)に形成され、燃料供給管(20)に接続され、燃料供給チャネル(10)に開かれる環状の燃料分配空洞(18)を更に含むことを特徴とする、請求項1から3のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 5】**

燃料供給チャネル(10)が環状の燃料路(8)に対して接線方向に傾けられることを特徴とする、請求項1から4のいずれか一項に記載のシステム。 10

**【請求項 6】**

空気供給チャネル(6)が、空気が回転する状態で、管状構造(4)に対して上流端(4a)で開かれることを特徴とする、請求項1から5のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 7】**

管状構造(4)の周りに配置され、燃料路(8)に対して半径方向にオフセットされ、回転運動と共に略軸方向に管状構造(4)の出口に空気を噴射するよう設計される、外側空気旋回器(24)を更に含むことを特徴とする、請求項6に記載のシステム。

**【請求項 8】**

外側空気旋回器(24)がターボ機械の圧縮段に接続されることを特徴とする、請求項6または7に記載のシステム。 20

**【請求項 9】**

管状構造(4)から下流に取り付けられる末広部分を形成するボウル(26)を更に含むことを特徴とする、請求項6または7に記載のシステム。

**【請求項 10】**

空気供給チャネル(6')が管状構造(4)の周りに配置され、燃料路(8)にこの上流端(8a)で軸方向に開かれることを特徴とする、請求項1から5のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 11】**

環状の燃料路(8)が管状構造(4)における燃料の流れを促進するために燃料流れ方向において狭くなる部分(8c)を含むことを特徴とする、請求項10に記載のシステム。 30

**【請求項 12】**

気体が空気であることを特徴とする、請求項1から11のいずれか一項に記載のシステム。

**【請求項 13】**

気体を構成する空気が圧縮される前にターボ機械の圧縮段から取得されることを特徴とする、請求項12に記載のシステム。

**【請求項 14】**

燃料供給チャネルに噴射される気体の流速を制御する装置(22)を更に備えることを特徴とする、請求項1から13のいずれか一項に記載のシステム。 40

**【請求項 15】**

請求項1から14のいずれか一項に従って、空気／燃料混合物を噴射する空気力式噴射システム(2、2')を含む、ターボ機械燃焼室。

**【請求項 16】**

請求項1から14のいずれか一項に従って、空気／燃料混合物を噴射する空気力式噴射システム(2、2')が取り付けられた燃焼室を有する、ターボ機械。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ターボ機械燃焼室に空気／燃料混合物を噴射するシステムの一般的な分野に関する。より詳細には、本発明は、空気と混合される前に燃料に発泡を生じさせる手段を提供する空気力学式のタイプの噴射システムに関する。

【背景技術】

【0002】

ターボ機械燃焼室を設計および最適化する従来の処理は、汚染物質（窒素酸化物、一酸化炭素、未燃炭化水素等）の放出を最小化する一方でターボ機械が取り付けられる飛行機の意図する任務との相関関係として室の動作性能（燃焼効率、安定範囲、点火および再点火範囲、燃焼領域の寿命等）を実行することに折り合いをつけることを主に追求している。このために、燃焼室内に空気／燃料混合物を噴射する噴射システムの性質および性能、燃焼室での希釈拡散の分配、および、燃焼室の空気／燃料混合の動力に特に作用することが可能である。10

【0003】

ターボ機械の燃焼室は、典型的には、フレームチューブ、冷却システム、および、希釈システムに空気／燃料混合物を噴射する噴射システムを有する。燃焼は、フレームチューブ（「一次ゾーン」と呼ばれる）の第1の部分内で主に行われ、燃焼は噴射システムから来る空気の流れによって誘導される空気／燃料混合再循環ゾーンによって安定化される。混合管（「希釈ゾーン」と呼ばれる）の第2の部分では、行われる化学的活動は強くなく、流れは、希釈孔によって希釈される。20

【0004】

フレームチューブの一次ゾーンでは、燃料の微細な小滴への噴射および噴霧、小滴の蒸発、燃料蒸気と空気の混合、および、空気中の酸素により酸化される燃料の化学反応といった様々な物理的現象が伴われる。20

【0005】

これら物理的現象は、時間特性によって管理される。従って、噴霧時間は、燃料シートを分解して空気／燃料スプレーを形成するために空気が必要とする時間を表す。噴霧時間は、使用される噴射システムの性能および技術、並びに、燃料シートの近傍にある空気力学に主に依存する。蒸発時間も使用される噴射システムに依存する。蒸発時間は、燃料シートの分解から、結果として生ずる小滴のサイズの直接的な関数であり、小滴が小さいほど、蒸発時間は短くなる。混合時間は、小滴の蒸発から得られる燃料蒸気が空気と混合するために必要な時間に対応する。混合時間は、燃料領域内の乱流のレベル、従って、一次ゾーンにおける流れ力学に主に依存する。化学的時間は、化学反応が展開するために必要な時間を表す。化学的時間は、燃料室への入口における圧力および温度、並びに、使用される燃料の性質に依存する。30

【0006】

従って、使用される噴射システムは、燃焼室を設計する過程で、特に燃料の噴霧および蒸発の時間特性を最適化するときに欠かせない役割を担う。

【0007】

噴射システムには二つの主な種類が存在し、燃料と空気との大きな圧力差の結果として燃料が霧状にされる「空気機械式」システムと、二面の空気間で剪断されることによって燃料が霧状される「空気力学式」システムとがある。本発明は、より特定的には空気力学式システムに関する。40

【0008】

従来技術において公知の空気力学式の噴射システムは多数の欠点を有する。特に、低ターボ機械速度では、燃料の噴霧は非常に劣化され、燃焼の安定性を低下させ、燃焼領域を外れる危険性を生じ、その一方で、窒素酸化物のタイプの汚染排気物を増加させる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

従って、本発明は、ターボ機械の全ての動作速度において燃料の噴霧および蒸発の時間50

特性を短縮することができる空気力式の噴射システムを提供することで上述の欠点を緩和することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このために、本発明は、ターボ機械燃焼室に空気／燃料混合物を噴射する空気力式噴射システムを提供し、システムは、空気／燃料混合物を運ぶよう下流端で開かれる軸 X X' を有する管状構造と、ターボ機械の圧縮段に接続され、管状構造に圧力  $P_A$  で空気を導入するよう管状構造に対して開かれる少なくとも一つの空気供給チャネルと、管状構造において軸 X X' の回りに形成され、燃料が圧力  $P_c$  で流れる少なくとも一つの燃料供給チャネルに接続され、管状構造に下流端で開かれ拡大部を形成する、環状の燃料路と、を備え、少なくとも一つの燃料供給チャネルに気体を噴射する手段を更に備え、気体は、管状構造に導入される際に燃料に発泡を生じさせるよう圧力  $P_A$  よりも大きく  $P_c$  以上の圧力  $P_G$  にあることを特徴とする。 10

【0011】

燃料の圧力以上の圧力で気体を燃料管に噴射することにより、液体／気体の混合が圧力  $P_c$  で行われた後に、それが分散される主要構造に導入される。この混合物が圧力  $P_c$  から主要構造の内部圧力まで膨張しているとき、気相の突然の膨張が燃料シートを分解させる。これが発泡である。その結果、噴射システムからの出口における燃料噴霧および蒸発の時間特性が相当減少される。

【0012】

従って、時間の短縮は、ターボ機械の遅い動作速度においては、燃焼率を上昇させ、火が消えることを回避せらるよう燃焼領域の能力を高めることができ、ターボ機械動作のフル・スロットル速度においては、窒素酸化物および煤の汚染排気物の生成を制限することが可能となる。 20

【0013】

より特定的には、噴射システムは、燃料供給チャネルに対して開かれ、気体供給管に接続される少なくとも一つの気体噴射チャネルを更に含む。

【0014】

有利には、気体噴射チャネルが燃料供給チャネルに対して略垂直に開かれる。

【0015】

噴射システムは、管状構造において燃料路の回りに形成され、気体供給管に接続され、気体噴射チャネルに開かれる環状の気体分配空洞を更に備える。 30

【0016】

噴射システムは、管状構造に形成され、燃料供給管に接続され、燃料供給チャネルに対して開かれる環状の燃料分配空洞を更に含む。

【0017】

本発明の一実施形態では、空気供給チャネルは、管状構造においてその上流端で開かれる。噴射システムは、管状構造の周りに配置され、燃料路に対して半径方向にオフセットされ、略軸方向に管状構造の出口に空気を噴射するよう機能する、外側空気旋回器 (swirler) を更に含んでもよい。外側空気旋回器は、ターボ機械の圧縮段に接続されてもよい。末広部分を形成するボウルが管状構造から下流に取り付けられてもよい。 40

【0018】

本発明の別の実施形態では、空気供給チャネルは、管状構造の周りに配置され、燃料路にその上流端で軸方向に開かれる。環状の燃料路は、管状構造における燃料の流れを促進するために燃料流れ方向において狭くなる部分を含む。

【0019】

本発明の有利な特徴によると、使用される気体は空気であり、空気は圧縮される前にターボ機械の圧縮段から取得されることが好ましい。

【0020】

本発明の有利な特徴によると、燃料供給チャネルに噴射される気体の流速を制御する装 50

置が更に設けられる。

**【発明を実施するための最良の形態】**

**【0021】**

本発明の他の特徴および利点は、制限的でない実施形態を示す添付の図面を参照してなされる以下の説明から明らかとなるであろう。

**【0022】**

図1および図3を参照するに、本発明の空気力学噴射システム2、2'は、空気／燃料混合物を運ぶために下流端4bで開かれている軸XX'を有する管状構造4の形態を一般的に有する。

**【0023】**

噴射システム2、2'は、ターボ機械の圧縮段(図示せず)に接続され、管状構造4に対して開かれている少なくとも一つの空気／燃料チャネル6、6'を含む。従って、空気は、例えば、0.5から50バールのオーダーの圧力P<sub>A</sub>で上記チャネル6、6'を介して管状構造4に導入される。

10

**【0024】**

噴射システム2、2'は、軸XX'について管状構造に形成される環状の燃料路8を更に含む。燃料路8の下流端8bは、管状構造4に対して開かれ、中で突然拡大される。

**【0025】**

管状構造4の軸XX'を中心とする燃料路8は、圧力P<sub>C</sub>で燃料が中を流れる少なくとも一つの燃料供給チャネル10に接続される。路8により、燃料が軸XX'方向に沿って管状構造4に導入される。例として、燃料供給チャネル10で流れる燃料の圧力P<sub>C</sub>は約4バールから80バールである。

20

**【0026】**

図2に示すように、環状の燃料路8は、路8中に燃料の均一な分配を得るよう管状構造4の円周全体にわたって定期的に分配される二十の燃料供給チャネル10に、例として接続される。

**【0027】**

燃料供給チャネル10は、例えば、約45°の角で環状の燃料路8に対して接線方向に傾けられることが好ましい(図2)。その結果、燃料は、路8に導入されるよう回転される。

30

**【0028】**

本発明によると、噴射システム2、2'は、燃料供給チャネル10に対して開かれ、気体供給管14に接続される少なくとも一つの気体噴射チャネル12を更に有する。

**【0029】**

図2に示すように、気体噴射チャネル12は、各燃料噴射チャネル10に対して設けられてもよい。図2の実施形態では、噴射システム2は、管状構造4の円周の周りに分配された二十の気体噴射チャネル12を有している。燃料供給チャネルよりも少ない数の気体噴射チャネルが設けられることも可能である。

**【0030】**

本発明によると、気体は、空気供給チャネル6、6'を介して管状構造4に導入される空気の圧力P<sub>A</sub>よりも大きく、燃料供給チャネル10を流れる燃料の圧力P<sub>C</sub>より大きい若しくは略等しい圧力P<sub>G</sub>で燃料供給チャネルに導入される。

40

**【0031】**

圧力P<sub>A</sub>よりも大きく、圧力P<sub>C</sub>以上の圧力P<sub>G</sub>で燃料供給チャネル10に気体を導入することで、管状構造4に混合物が導入される前に圧力P<sub>C</sub>で液体／気体混合物が生成される。燃料における発泡は、気体が管状構造4に導入される際に突然膨張することにより燃料が霧状にされることで特徴付けられる。

**【0032】**

特に、発泡は、次の条件が満たされるときに燃料で行われる。気体が燃料の圧力P<sub>C</sub>に略等しい(または僅かに大きい)圧力P<sub>G</sub>であること、燃料との気体の混合が実質的に限

50

定された空間で行われること（具体的には、混合は気体噴射チャネル 12 と燃料供給チャネル 10との間の合流ゾーンで行われる）。

**【0033】**

燃料における発泡は、燃料路 8 を流れる燃料シートにおける気体の泡の存在によって特徴付けられる。従って、管状構造 4 に混合物を導入する際の気泡の膨張は、後続する噴霧を容易化する。燃料の噴霧および蒸発の時間特性は、従って、短縮される。

**【0034】**

気体は、空気 / 燃料混合物の燃焼に直接的な影響を与えない不活性気体であることが好ましい。例えば、気体は、ターボ機械の圧縮段から得られ、空気供給チャネル 6、6' に供給する空気の圧力  $P_A$  よりも大きい圧力  $P_G$  に到達するよう更に圧縮される空気である。

**【0035】**

本発明の有利な特徴によると、気体噴射チャネル 12 は、燃料供給チャネル 10 に対して略垂直に開かれている。この特定の配置により、燃料における発泡の出現が助長される。

**【0036】**

環状の気体空洞 16 が燃料路 8 の周りで管状構造 4 に形成されてもよい。このような気体空洞 16 は、燃料路 8 と同軸になるよう管状構造 4 の軸 XX' を中心とする。気体空洞 16 は気体供給管 14 に接続され気体噴射チャネル 12 に対して開かれている。この気体空洞 16 は、従って、気体分配空洞として作用する。

**【0037】**

同様にして、環状の燃料空洞 18 が管状構造 4 に形成されてもよい。図示するように、燃料空洞 18 は、燃料路 8 および気体空洞 16 と同軸になるよう管状構造 4 の軸 XX' を中心とする。燃料空洞 18 は燃料供給管 20 に接続され燃料供給チャネル 10 に対して開かれている。この燃料空洞 18 は、従って、燃料分配空洞として作用する。

**【0038】**

本発明の別の有利な特徴によると、噴射システム 2、2' は、燃料供給チャネル 10 に噴射される気体の流速を制御する装置 22 を更に有する。従って、装置 22 は、燃料における発泡を実現するために噴射に必要な気体の流速を制御するよう機能する。例えば、気体流速は、燃料の流速および圧力  $P_C$  の関数として制御されてもよい。

**【0039】**

図 1 および図 2 に示す本発明の噴射システム 2 の実施形態における、特定の特徴は以下に説明される。

**【0040】**

本実施形態では、噴射システム 2 は、互いから軸方向に離間され、管状構造 4 の円周全体にわたって定期的に分配される二列の空気供給チャネル 6 を有してもよい。これらのチャネル 6 は、管状構造 4 の上流端 4a に対して開かれている。

**【0041】**

従って、圧力  $P_A$  でチャネル 6 を介して導入される空気は、管状構造 4 内の回転効果に伴って構造の下流端 4b へ軸 XX' 方向に管状構造 4 を流れる。

**【0042】**

更に、噴射システム 2 は、管状構造 4 の周りに配置され、燃料路 8 に対して半径方向にオフセットされる外側空気旋回器 24 を含むことが好ましい。この外側空気旋回器 24 は、略軸の方向で同様に回転効果に伴われる管状構造 4 の出口で空気を噴射するよう機能する。従って、燃料路 8 を介して管状構造 4 に導入される発泡燃料は、空気供給チャネル 6 および外側空気旋回器 24 からの、空気間のシヤーの効果によって霧状にされる。

**【0043】**

外側空気旋回器 24 に供給する空気は、ターボ機械の圧縮段から、例えば、空気供給チャネル 6 を介して管状構造 4 に導入される空気と同じ段から得られることが好ましい。更に、本発明の本実施形態では、未広部分を形成するボウル 26 が管状構造 4 から下流に取

10

20

30

40

50

り付けられてもよい。

【0044】

図3に示す噴射システム2'の実施形態の特定の特徴は以下に説明される。

【0045】

本実施形態では、噴射システム2'は、単一の空気供給チャネル6'を有する。このチャネルは環状で、管状構造4の周りに配置され燃料路8にその上流端8aにおいて軸方向に開かれる。従って、圧力P<sub>A</sub>でチャネル6'を介して導入される空気は、管状構造4にその拡大を介して、導入される前に燃料路8を流れる。

【0046】

更に、燃料路8は、管状構造4における燃料の流れを促進するために燃料の流れ方向において狭くなる部分8cを有することが好ましい。

10

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の実施形態を構成する噴射システムの軸方向断面図である。

【図2】図1の線II-II-I'I'において部分的に切り取られた断面図である。

【図3】本発明の別の実施形態による噴射システムの軸方向断面図である。

【符号の説明】

【0048】

2、2' 噴射システム

20

4 管状構造

4b 下流端

6、6' 空気供給チャネル

8 燃料路

8a 上流端

8b 下流端

8c 狹くなる部分

10 燃料供給チャネル

12 気体噴射チャネル

14 気体供給管

16 気体空洞

30

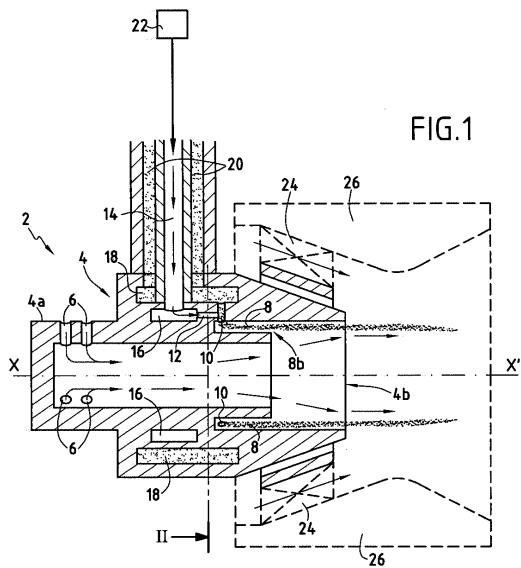
18 燃料分配空洞

20 燃料供給管

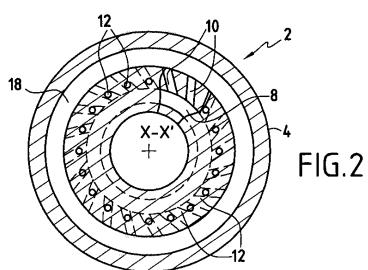
22 装置

24 外側空気旋回器

【 図 1 】



【図2】



【図3】

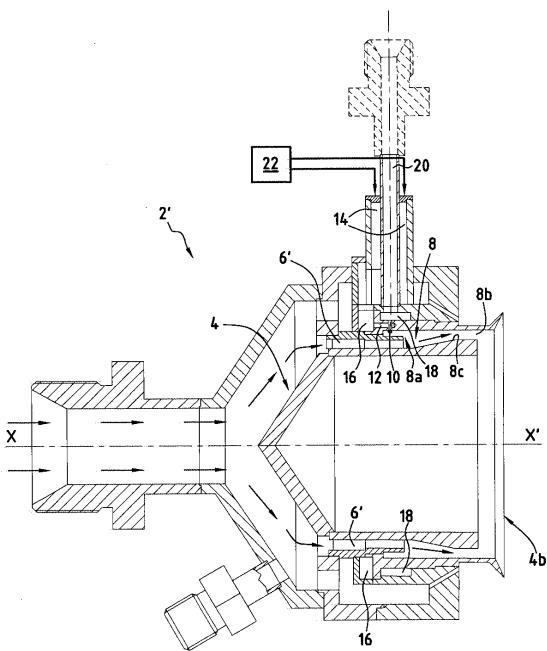


FIG.3

---

フロントページの続き

- (72)発明者 イゴール・マンチエンコフ  
ロシア国、141320・モスクワ、セルギエフ・パサード、ペレスベート、レーニン・ストリート、7-7
- (72)発明者 トマス・ノエル  
フランス国、75012・パリ、リュ・ドユ・フォーブル・サン・アントワーヌ、50
- (72)発明者 アレクサンダー・ノビコフ  
ロシア国、141320・モスクワ、セルギエフ・パサード、ペレスベート、ガガーリン・ストリート、1-27
- (72)発明者 ウラジミール・オルロフ  
ロシア国、141320・モスクワ、セルギエフ・パサード、ペレスベート、ガガーリン・ストリート、3-40
- (72)発明者 バレリー・ピカロフ  
ロシア国、141320・モスクワ、セルギエフ・パサード、レーニン・ストリート、1-23
- (72)発明者 ジル・ロラン  
フランス国、77115・プランデイ・レ・トワール、リュ・ドウ・ラ・フォンテーヌ、3

審査官 石黒 雄一

- (56)参考文献 特開2003-214604(JP,A)  
米国特許第04189914(US,A)  
米国特許第03915387(US,A)  
米国特許第03937011(US,A)  
特開昭51-127912(JP,A)  
特開昭61-155631(JP,A)  
特開平05-302701(JP,A)  
特開2003-194338(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 1/00 - 9/58  
F23R 3/00 - 7/00