

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2013-506565

(P2013-506565A)

(43) 公表日 平成25年2月28日(2013.2.28)

(51) Int.Cl.

B23H 1/04 (2006.01)
B23H 9/10 (2006.01)

F 1

B 2 3 H 1/04
B 2 3 H 9/10

テーマコード(参考)

Z 3 C O 5 9

Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2012-531503 (P2012-531503)
 (86) (22) 出願日 平成22年10月1日 (2010.10.1)
 (85) 翻訳文提出日 平成24年3月30日 (2012.3.30)
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2010/051642
 (87) 國際公開番号 WO2011/039546
 (87) 國際公開日 平成23年4月7日 (2011.4.7)
 (31) 優先権主張番号 0917317.0
 (32) 優先日 平成21年10月2日 (2009.10.2)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

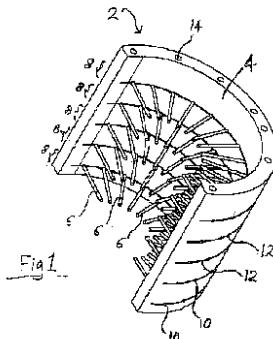
(71) 出願人 512084662
 ブラドン ジェット ホールディングス
 リミテッド
 B L A D O N J E T S H O L D I N G
 S L I M I T E D
 イギリス国 1 M 1 1 A Q アイル オ
 ブ マン ダグラス ホーブ ストリート
 11
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (74) 代理人 100142907
 弁理士 本田 淳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転構造

(57) 【要約】

ワーク(16)を非接触で加工する方法が開示される。工具(2)は、ワーク(20)の面に向かう方向に前進され、それによって、工具(2)のその近傍で引き起こされる材料の状態変化によって、ワーク(20)の表面から材料を除去する。また、複数の刃付きディスクの迅速な同時加工を可能にする多数の工具が開示される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

面と縁部とを有するワークを非接触で加工する装置において、

前記ワークを取り付ける手段と、

前記ワークから材料を除去するように構成された工具であって、その状態変化を近傍から前記ワークまで生じさせることによって前記ワークから材料を除去するように構成された工具とを備え、

前記ワークの面に向かう

方向に前記工具を前進させて、前記面から材料を除去するように構成された装置。

【請求項 2】

円形のワークまたは円形エンベロープを有するワークを加工するように構成された、請求項 1 記載の装置。

【請求項 3】

中実ブランクからなるワークを加工するように構成された、請求項 1 または 2 記載の装置。

【請求項 4】

軸線方向の厚さが直径よりも小さいワークを加工するように構成された、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 5】

前記工具は一体型であり、前記工具には一定の形状のスロットが形成されており、そのスロットの少なくとも一部が、加工が完了した後の前記ワークの形状に対応する、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 6】

前記工具は、実質的に 2 次元の表面を有する、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 7】

前記工具は、少なくとも 1 つの長尺部材を備える、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 8】

前記工具は、周方向に離隔する複数の工具部材を備える、請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 9】

複数の工具を備え、該工具が、工具を前進させる方向に延びるスタック状に配置された複数のワークを同時に加工するように構成されている、請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 10】

共通のシャフト上に垂直方向に離隔するスタック状に取り付けられたワークを受容するように構成された、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 11】

ワークに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を非接触で加工する工具であって、

前記工具は、その第 1 側で支持されるように構成されており、第 1 側は第 2 側に対向しており、第 2 側は支持されない側であり、前記工具は前記第 1 側と前記第 2 側との間に延びる第 3 側面領域および第 4 側面領域をさらに備え、該第 3 側面領域が、前記刃または羽根のうちの 1 つの表面の最終形態の少なくとも一部に一致する形態を有している工具。

【請求項 12】

前記第 1 側から前記第 2 側への長さが、前記第 3 側面領域と前記第 4 側面領域との間の最大幅よりも大きい、請求項 11 記載の工具。

【請求項 13】

ワークに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を非接触で加工する工具

10

20

30

40

50

であって、

該工具が、対向する第1端部および第2端部を備え、該工具は、前端部と後端部との間に延びる第3側面領域および第4側面領域をさらに備え、該側面領域のうちの少なくとも1つは、前記刃または羽根のうちの1つの表面の最終形態の少なくとも一部に一致する形態を有し、第1表面から第2表面への前記工具の長さは、前記側面領域間の最大幅よりも大きい工具。

【請求項14】

前記第4側面領域は、第3表面領域に一致する対向した前記刃または羽根の所望の最終表面形態に一致する、請求項13記載の工具。

【請求項15】

ワークまたはブランクに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を非接触で加工する工具であって、

少なくとも2つの刃または羽根が対向するそれぞれの表面を加工する少なくとも2つの表面領域を備える工具。

【請求項16】

仕上がった刃または羽根の径方向の全高以上の高さを有する、請求項11乃至15のいずれか一項に記載の工具。

【請求項17】

対応するワークの付根領域に所望の形態を与えるように形成される、請求項11乃至16のいずれか一項に記載の工具。

【請求項18】

請求項11乃至17のいずれか一項に記載の一連の工具を備える工具ホルダを有した請求項1乃至10のいずれか一項に記載の装置。

【請求項19】

前記工具は、前記工具ホルダから個々に取り外し可能である、請求項18記載の装置。

【請求項20】

前記ワークと、該ワークの放電加工用の工具との間に電位を印加するように構成された、請求項1乃至10、18および19のいずれか一項に記載の装置。

【請求項21】

ワークに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を形成する方法であって、

前記ワークの半径に沿って請求項11乃至17のいずれか一項に記載の工具を前進させる工程を含む方法。

【請求項22】

ディスク上に放射状に延びる複数の刃または羽根を非接触で加工する工具であって、周方向に分配された放射状に延びる長尺工具部材からなる配列を備える工具。

【請求項23】

複数のワークを加工する複数の工具部材を備え、該複数の工具部材が共通軸線に沿ってワークに向けて前進されるように配置されている、複合工具。

【請求項24】

半円の周囲に配置された工具部材を備える、請求項22または23記載の工具。

【請求項25】

面と縁部とを有するワークを非接触で加工する方法であって、

前記面向かう方向に工具を進め、それによって前記工具のその近傍で引き起こされる材料の状態変化によって前記ワークの前記面から前記材料を除去することを含む方法。

【請求項26】

前記ワークは、円形であるか、または、円形エンベロープを有する、請求項25記載の方法。

【請求項27】

前記ワークは、中実ブランクからなる、請求項25または26記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 2 8】

前記ワークは、軸線方向の厚さが直径よりも薄い厚さを有している、請求項 2 5 乃至 2 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記工具は、一体型工具であり、前記工具には一定形状のスロットが形成されており、そのスロットの少なくとも一部は、加工後のワークの所望の形状に対応している、請求項 2 5 乃至 2 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記工具は、実質的に 2 次元の表面を有する、請求項 2 5 乃至 2 9 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 3 1】

前記工具は、少なくとも 1 つの長尺部材を備える、請求項 2 5 乃至 2 9 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記工具は、周方向に離隔する複数の工具部材を備える、請求項 2 5 乃至 3 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記工具を前進させる方向に延びるスタック状に配置された複数のワークを同時に加工することを含む、請求項 2 5 乃至 3 2 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 3 4】

放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を形成する方法であって、ワークに向けて、該ワークの面に向かう方向に工具を前進させ、前記工具の近傍において材料の状態変化を生じさせることによって前記ワークから前記材料を除去する第 1 段階と、前記ワークから材料をさらに除去し、前記刃または羽根を残す第 2 段階であって、この除去は、近傍から第 2 の前進する工具まで生じる材料の状態変化によって起こり、前記第 2 段階は、前記ワークの縁部に向かう方向に第 2 工具を進行させるステップを含む方法。

【請求項 3 5】

前記第 2 工具は、工具の片側のみで工具ホルダに取り付けられ、前記工具の反対側は、支持されない、請求項 3 4 記載の方法。

30

【請求項 3 6】

前記工具の少なくとも 2 つの側は、それぞれ間隙の各側にある 2 つの刃または羽根の対向面の仕上がり形態の少なくとも一部の形態に対応している、請求項 3 4 または 3 5 に記載の方法。

【請求項 3 7】

前記ワークは、アルミニウム、またはアルミニウムを含有する合金からなる、請求項 2 5 乃至 3 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 8】

請求項 2 5 乃至 3 7 のいずれか一項に記載の方法を使用して製作されたタービン・ディスク又は固定子ディスク。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0 0 0 1】**

本発明は、ガスタービン・エンジンと、タービンまたは流体の通過を案内する同様の固定構造もしくは回転構造を利用する他の用途とのための構成要素（特にファン、タービン、および案内羽根）の製作に関する。

【背景技術】**【0 0 0 2】**

本出願人の先願である特許文献 1 および特許文献 2 において、本出願人は、他の形式のエンジンに対する小型ガスタービン・エンジンの潜在的な利点について記述しただけでなく、より大規模なエンジンのサイズ低減を試みる際に直面する重大な技術的障害について

50

も記述した。特に、本出願人は、単一のブランクから、緊密に離隔する放射状の複数の刃または羽根からなる配列を形成することの非常に大きな実際上の問題について記述した。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2004/076111号

【特許文献2】国際公開第2006/027608号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1および特許文献2は両方とも、必要な形状を形成すべく放電加工を使用して、上述した構成要素を形成する方法を開示している。出願人は、この技術が例えば小型ガスタービン・エンジンに使用する重なり合った翼形状の刃を備える小規模タービンのディスクを作成するために有益に使用できることを立証した。しかし、これらの技術は、比較的時間を要するものであり、本発明は、少なくともその好ましい実施形態において、これらの技術を改良することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

第1の態様を考察すると、本発明は、面と縁部とを有するワークを非接触で加工する方法を提供する。本方法は、この面に向かう方向に工具を進め、こうして工具を近接させることによるその近傍で引き起こされる材料の状態変化によってワークの面から材料を除去することを含んでいる。

【0006】

本発明は、面と縁部とを有するワークを非接触で加工する装置にまで適用範囲が及ぶ。本装置は、ワークを取り付ける手段と、ワークから材料を除去するように構成された工具であって、その状態変化を近傍から前記ワークまで生じさせることによってワークから材料を除去するように構成された工具とを備えている。本装置は、ワークの面に向かう方向に工具を進め、面から材料を除去するように構成されている。

【0007】

このように、ブランクの縁部を跨いで広がる長尺状の工具が縁部に向けて前進されることによってブランクが加工されるような出願人が以前の開示において教示した方法に代わり、それとは対照的に、本発明の工具はブランクの面に向けて前進されることが当業者には理解される。これは、先行技術に対して幾つかの利点を与えることが分かった。1つの利点は、必要な形状を形成することが可能になり、少なくとも幾つかの実施形態では、工具に対してワークを回転させることと、ワークに向けて工具を前進させることとの単純な組合せによってなされる。

【0008】

本発明は、放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を有するディスクの製作に使用すること（製作において直接的にまたは予備段階として）に特に適している。本発明の実施形態は、結果として得られる刃／羽根に複雑な形状（例えば、翼形状）を与える。

【0009】

ここでは、刃／羽根の形成に対して参照がなされる場合、これは、上述の刃／羽根の最終形状を形成することに限定されない。ワークまたはブランクの構造を形成することを含すると理解されるべきであり、この形成方法から、刃／羽根形状の最終形状が最終加工によって形成される。

【0010】

本発明は、ワークの材料から必要な離間位置にあるより大きな表面領域の工具が、状態変化を生じさせることをさらに可能にする。つまり、「加工」表面領域が増大した工具が提供される。これは、材料のより迅速な除去として解釈され、従って製作時間を低減させ

10

20

30

40

50

る。特に、以下でより詳細に考察されるように、本発明は、あるワーク上の複数の刃または羽根を同時に形成する工具形状に役立つ。

【0011】

ワークは、好ましくは円形であるか、または、円形エンベロープを有する。幾つかの実施形態では、ワークは、中実ブランクである。例えば、ブランクは、中実であること、スクワット円筒(squat-cylindrical)ディスク(つまり、軸線方向の厚さが直径よりも小さいディスクであって、好ましくは、例えば直径の20%または直径の10%よりも実質的に薄い)を用いることがある。これは、典型的には、製作することがまたは得ることが容易なので、その出発点として使用されるものである。しかし、ブランクのこの形態を使用することは必須ではない。本発明の或る実施形態では、特に、複数の加工動作が行なわれる。ここでは、次工程の加工動作に対しては、ワークは、未使用のブランクというよりも、むしろ部分的に形成されたディスクとなる。

10

【0012】

ある実施形態では、工具は、一体型工具であり、その工具には一定の形状のスロットが形成されて提供され、少なくともそのスロットの一部は、加工後のワークを所望の形状に対応する。この場合、工具は、ワークを製作品すべく設計されたワークの形状と物理的に反転した形状である。ある実施形態では、「加工領域」(必要な状態変化を生じさせるべくワークのほぼ近傍にある工具の表面領域)は、刃または羽根がそれらの径方向の全高の実質的にまたは全体に亘って形成されることができるので、非常に有益である。明白に、この大きな加工領域は、刃付きディスクを製作することができる速度の観点から非常に有益である。幾つかの用途では、ワークと工具との間からの除去した金属の適切な除去を確実にする際に困難となることがある。

20

【0013】

別の実施形態では、工具は、実質的に2次元の表面(その厚さは、刃/羽根の間の間隔に対応するかまたはその間隔よりも薄い)を備えている。好ましい別の実施形態では、工具は、少なくとも1つの長尺部材を備えている。本発明によれば、工具がワークの面に向けて前進されるので、そのような長尺工具は、一端で工具ホルダにのみ支持されることが認識される。その支持部は、ディスクが従来の中心ハブから形成される場合に、工具の径方向外方の端部となり得る。これに代えて、支持部は、刃/羽根が代りに周方向リムに支持され、内方に突出する場合、径方向内方の端部となり得る。単一の工具部材のみで利点を実現することができるが、好ましくは、周方向に離隔する複数の工具部材が、单一のディスク上の複数の刃/羽根を同時に形成することを可能にするために提供される。ある実施形態では、工具部材は、ディスク上の刃/羽根の半分に対して提供される(つまり、工具部材は、最終的なディスクの円周の半分に亘って分配される)。これは、ディスク全体の迅速な加工を可能にすることにおいて明らかに有益である。

30

【0014】

こうした複合工具(composite tool)は、それ自体、新規で独創性を有する。このように、更なる様様から考察すると、本発明は、ディスク上に放射状に延びる複数の刃または羽根を非接触で加工する工具を提供する。工具は、周方向に分配された放射状に延びる長尺工具部材からなる配列を備える。

40

【0015】

長尺工具部材の形状は、本発明にとっては必須要件ではない。例えば、工具部材は、円形、三角形、正方形、または、実際には、任意の他の断面形状を有することができ、この断面は、工具部材の全長に亘って一定であるか、または、サイズ、形状、もしくはその両方において異なることとすることができる。複数の工具部材が提供される場合(これも必須ではないが)、それらは典型的には互いに同一である。

【0016】

ここまででは、緊密に離隔する放射状に延びる複数の刃または羽根からなる配列を有したディスクの効率的な加工を可能にする本発明の様々な実施形態が記述される。本出願人は、そのような複数のディスクを同時加工することを可能にする複数の工具の採用によって

50

製造効率の更なる向上が達成できることをさらに理解した。この本発明の「面に向けた(face on)」加工では、複数のワークからなる垂直なスタックがこれらのワークに対して交互配置された複数の工具からなる垂直なスタックによって加工されることが可能となるので、この場合に特に役立つ。このように、本発明方法の好ましい実施形態は、工具の前進方向に延びるスタック状に配置された複数のワークを同時に加工することを含んでいる。本発明は、複合工具の適用範囲にまで及び、それは、工具部材が共通軸線に沿ってワークに向かって前進されるように配置された、複数のワークを加工する複数の工具部材を備えている。そのような実施形態では、複合工具が、半円の周囲に配置された工具部材を備えることが好ましく、それによって、プランクに対する工具部材の容易な径方向の引き抜きを可能にする一方で、同時に形成することができる刃／羽根の数をさらに最大限にする。2つのそのような複合工具は、ワークのスタックのいずれかの側に、それらワークを完全に同時に加工するために、使用されることができる。あるいは、複合工具およびワークのスタックは、一度に各ワークの半分を加工すべく、互いに対しても 180° 回転されることが可能である。

10

【0017】

このように、ここまで記述された本発明によれば、本工具は、その縁部に向けてではなく、ワークの面に向けて前進される。これは、複数の刃または羽根の迅速な同時加工を可能にし、こうして製造効率を著しく向上し、商業規模の小型ガスターイン・エンジンなどで使用されるタービンまたは固定子ディスクの実用的な製作を可能にする。

20

【0018】

しかし、本出願人は、効率および製品品質の2つの目的を満足させることができ、2段階処理によって最良に達成され得ることをさらに認識した。この2段階処理では、上述した面に向けた加工手法が、プランクから多量の材料を除去するために使用されるが、第2の異なる工具は、最終形状を形成するために使用される。これは、形成刃を「仕上げる」先行技術において既に記述された実施と対比されるべきであり、ここでは、工具は、付根(root)、先端縁部(leading edge)などの刃形状の一部を整えるべく第2通過経路で使用されることがある。ここで議論される実施形態では、第2工具は、刃に形状を付与するために実際には使用されるが、第1工具は、単に、第2工具の通過を容易にする一定量の材料を除去するために使用される。勿論、複数の段階を使用することができる（上述の段階のうちの1つの繰り返し、または異なる工具の使用の何れかを使用することができる）。

30

【0019】

上述の構成は、それ自体が新規で独創性を有し、従って更なる態様から考察すると、本発明は、放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を形成する方法を提供する。本方法は、ワークの面に向かう方向においてワークに向けて工具を前進させ、工具の接近による材料の状態変化を生じさせることによってワークから材料を除去する第1段階と、ワークから材料をさらに除去し、刃または羽根を残す第2段階とを含んでいる。この除去は、前進する第2工具への接近によって引き起こされる材料の状態変化によって達成される。第2段階は、ワークの縁部に向かう方向に第2工具を前進させるステップを含んでいる。

40

【0020】

上述の2段階処理は、幾つかの状況では、製造効率を最大限にし、また、結果として得られる刃付きディスクの仕上がり品質を最大限にすることが分かった。2つの工具が上述した本発明の態様に従って記述されたが、これは、追加の工具および／または加工段階の提供を除外するものと考えるべきでない。上述した第2工具は、任意の適切な形態とし得る。例えば、特許文献1または特許文献2に開示されるようなワイヤまたは非ワイヤ工具を採用することもできる。

【0021】

しかし、本出願人は、この文脈において有益と理解され、他の処理における潜在的な用途をさらに有している様々な種類の工具を考案した。従って、ある好ましい実施形態では、第2工具は、片側のみによって工具ホルダに取り付けられ、工具の反対側は支持されな

50

い。そのような工具の形態は、全体の工具が、隣接した刃／羽根の間の間隙においてワーク内に径方向に前進されるか、または、この間隙を形成することを可能にする。そのような特に好ましい実施形態では、工具の少なくとも2つの側が、それぞれ間隙の各側にある2つの刃または羽根の対向面の仕上がり形態の少なくとも一部の形態に対応する。これは、少なくとも好ましい実施形態では、そのような工具が、ワークの半径に沿って単に前進され、その一方の側に2つの刃／羽根の最終形状を形成することを可能にする。それらは、同時に形成されることがあるが、より典型的には、ワークは、工具の挿入と引出しとの間でその軸線回りに捩られる。

【0022】

上述の工具は、それ自体が新規で独創性を有するが、従って更なる態様から考察すると、本発明は、ワークに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列をワークに非接触で加工する工具を提供する。この工具は、その第1側で支持され、第1側は第2側に対向しており、反対の第2側は支持されないように構成される。この工具は、第1側と第2側との間に延びる第3側面領域および第4側面領域をさらに備える。第3側面領域は、刃または羽根のうちの1つの表面の最終形態の少なくとも一部に一致する形態を有している。本発明のこの態様は、放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を形成する方法にも及び、それは、ワークの半径に沿ってそのような工具を前進させることを含んでいる。

【0023】

好ましくは、第1側から第2側までの工具の長さは、第3側面領域および第4側面領域の間のその最大幅よりも大きい。

更なる態様から考察すると、本発明は、ワークに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を非接触で加工する工具を提供する。この工具は、対向する第1端部および第2端部を備える。この工具は、前端部と後端部との間に延びる第3側面領域および第4側面領域をさらに備える。これらの側面領域のうちの少なくとも1つは、刃または羽根のうちの1つの表面の最終形態の少なくとも一部に一致する形態を有している。第1表面から第2表面までの工具の長さは、側面領域間のその最大幅よりも大きい。本発明のこの態様は、放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を形成する方法にも及んでいる。この方法は、ワークの半径に沿ってそのような工具を前進させることを含んでいる。

【0024】

好ましい実施形態では、第4側面領域は、第3表面領域に一致する対向した刃／羽根を所望の最終表面形態に一致させる。換言すれば、工具は、仕上がった刃付きディスクの隣接した刃／羽根の間の間隙に嵌合する（ワークの小さな回転運動を可能にするが）プラグと見なすことができる。そのような構成は、それ自体が新規で独創性を有し、従って更なる態様から考察すると、本発明は、ワークまたはプランクに放射状の重なり合う複数の刃または羽根からなる配列を非接触で加工する工具を提供する。この工具は、少なくとも2つの刃または羽根のそれぞれの対向する表面を加工する少なくとも2つの表面領域を備えている。

【0025】

工具は、第2の支持されない表面が工具の先端表面である、つまり、第1表面および第2表面を通過する工具の軸線は、ワークの半径と略平行であるように支持することができる。他の実施形態では、工具の上述の軸線は、ワークの回転軸線と略平行である。

【0026】

工具ホルダは、単に单一の工具を備えることができるが、好ましくは、典型的には同一であるが本質的に同一でなくてもよい、一連の工具を備える。これもまた、一連のワーク（例えば、複数のワークからなるスタッカ）の同時加工を可能にする。工具の比較的大きな表面領域は、大きな電流が通ることを可能にするが、除去される材料による付着から生じる深刻な問題はない。工具は、例えば機械加工または铸造によってホルダと一体形成されることができるか、または、その交換を可能にすべく別個、好ましくは取り外し可能に

10

20

30

40

50

することができる。

【0027】

好ましい実施形態の1つの組では、ワークは、共通のシャフト上に垂直方向に離隔するスタックに取り付けられる。これは、挿入中の羽根の先端縁部と、引き抜き中の対向する羽根後縁との加工を可能にすべく、シャフトを回転させることを可能にする（そして、好ましくは一対の刃の間にインデックスを付け、次の工程に進む）。

【0028】

本発明の先の態様にかかる工具は、仕上がった刃／羽根の径方向の全高よりも小さくすることができるが、好ましくは、それは少なくとも同じ高さ以上である。幾つかの実施形態では、工具の先端面（最初の接近時にワークに最も接近する）は、付根領域に所望の形態を付与するように形成される（例えば、丸められる）。

【0029】

工具は、プラグの形態を取る必要はない。例えば、それは、刃または羽根の周囲に部分的にまたは全体的に延びることができる。実際には、それは複数の刃または羽根の周囲に延びることができる。径方向高さは、工具が実質的に2次元の薄板となるように非常に小さくすることができる。

【0030】

当業者には、上述した工具がワイヤのように長尺というよりは中実またはブロックの形態を有する傾向があることが評価される。しかし、工具が中実であることは必須ではなく、空洞の工具（例えば、一側で開口し、工具内部で工具ホルダに取り付けられたもの）を使用することも想定される。

【0031】

ある実施形態では、上述した工具は、新しいプランクから刃／羽根を形成すべく、一又は複数の経路により、単独で使用されることがある。別の実施形態では、上述した工具は、従来の工具および処理のいずれかによって材料の幾らかを除去した後に採用されるか、または、より便利には、上述した面に向けた前進技術を使用する（つまり、本出願人によって考案され、本明細書で開示された2段階処理を使用する）。

【0032】

本発明のすべての態様の好ましい実施形態では、電位が、ワークと工具との間に与えられ、その結果、材料が、工具とワークとの間の放電に起因する除去を通じて（それらが互いに十分に近い場合に）ワークから除去される。換言すれば、放電加工処理が使用される。しかし、これは、強烈な極所加熱によるワークの除去、または、電気化学加工のような状態変化を生じさせる他の非接触加工技術を採用することができるので、必須ではない。

【0033】

ここで記述した本発明のすべての態様によれば、工具または工具部材は、任意の適切な導体材料から作ることができる。実施形態の1つの組では、工具または工具部材は、銅または銅を含んだ合金である。実施形態の別の組では、工具／工具部材は、グラファイトから作ることができる。

【0034】

ワークは、任意の適切な導電性材料からなる。特に、本発明が、研磨および切削などの従来の加工技術を使用しても十分に加工することができない材料から作られたワークと共に使用されることが可能であることが認識される。現在好ましい実施形態では、ワークは、アルミニウムまたはアルミニウムを含んだ合金から作られる。

【0035】

ここで開示される本発明は、ここで開示される技術を使用して製作されたタービン・ディスクおよび固定子ディスクに、また、これらの一又は複数を組み込んだガスタービン・エンジンの範囲にまで及んでいる。

【0036】

ここで開示される本発明は、非常に小さい翼形断面（つまり、直径30cm未満、好ましくは直径20cm未満）の刃／羽根を備えたタービンまたは固定子ディスクの大規模製

10

20

30

40

50

作を独自に可能にする。本発明は、そのような小型の構成要素に限定されず、より大きなタービンまたは固定子（または、実際には、個々の刃／羽根を嵌合および固定する要求が依然として必要とせず、タービンまたは固定子ディスクに組み付けることができる、刃／羽根の組立品などのこれらのための部品）を製作するために有益に採用されることがある。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の一態様を具現化する複合工具の斜視図。

【図2】図1の工具を使用して加工する前の、プランク・ディスクのスタックを示す図。

【図3】図2のプランクのスタックを加工するために使用される図1の工具を示す図。

10

【図4】加工後のプランクのスタックを示す図。

【図5】本発明を具現化する別の工具を、その工具によって製作することができる刃付きディスクと一緒に示した斜視図。

【図6】刃付きディスクが加工中である、図5の工具を示す図。

【図7】本発明を具現化する更なる工具の斜視図。

【図8】図7の工具を示す図であり、加工のために刃付きディスクに接近させている図。

【図9】図8と同様の図であり、加工中のディスク示す図。

【図10】本発明の別の実施形態にかかる加工動作の斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0038】

20

本発明の或る好ましい実施形態が、添付図面を参照して、単なる例示として記述される。

図1は、図2に示すようなディスク状プランクの垂直スタックを放電加工する複合工具(composite tool)2を示している。工具2は、長尺工具部材6の配列が固定される半円筒状の外殻支持部材4を備えている。なお、工具部材6は、5つの区画された列8に配置され、その各々の列8が、支持部材4の周囲に分配された1組13個の放射状に延びる工具部材6を備えている。個々の工具部材6が、それぞれの列8に対応した円周方向に延びるスロット12に形成された切れき10に締結されることによって支持部材4に保持される。垂直に延びる一連の孔14は、支持部材4の壁を貫通し、締結力を提供する一連のボルトを連通させる。この配置は、個々の工具部材6の容易な取り外しおよび交換を可能にする。使用に際して、工具2は、コンピュータ数値制御(CNC)機械に取り付けられる。

30

【0039】

個々の工具部材6は、伸直性を有し、直接放射状に延びるものとして示されているが、これは必須ではない。それら個々の工具部材6は、所望の形状を刃に与えるのに適切なように形成することができ、および／または、それら個々の工具部材6は、径方向に鋭角に(水平または垂直に)延びることができる。

【0040】

40

図2は、図1の工具2によって加工される前の、ディスク状プランク16の垂直スタックを示している。プランク16は、アルミニウム合金製の円形中実ディスクであり、典型的には76mmの直径および4mmの厚さを有し得る。各ディスクは、中央穴を有し、その穴によって共通取付シャフト18に取り付けられる。取付けは、プランク16とシャフト18との間の良好な電気的接続を確立するようなものである。それらプランクは、垂直方向に分離されたスタックに取り付けられ、その結果、プランクのそれぞれの上面20の距離間隔は、図1に示す工具2における工具部材6のそれぞれの列8の垂直方向の距離間隔よりも僅かに小さい。それぞれのプランク16間の隙間22は、工具部材6の厚さよりも僅かに大きい。

【0041】

図3から分かるように、動作中に、複数のプランク16からなるスタックは、支持シャフト(その上部は明瞭さのために省略されている)が円筒状の工具支持ハウジング4の軸線と同心になるまで(またはその逆)、工具部材2の方向にそのプランク16のスタック

50

を径方向に前進させることによって、加工する位置に移動され、その結果、個々の工具部材 6 の列 8 は、それぞれのプランク間の間隙 22 に挿入される。

【 0 0 4 2 】

プランク 16 の加工を開始するために、プランク 16 は、炭化水素系流体または合成誘電流体に浸漬される。電位の一方が、プランク 16 を支持するシャフト 18 に（従って、プランク自体に）印可され、他方は、工具 2 に印可される。印可された電位の電圧は、状況、要求される仕上がりなどに適したものを選択することができる。一例では、40V の電圧を印可させることができる。3A の電源により、工具が毎分 2mm の速度でプランクを除去させることができた。従って、シャフト 18 は、工具 2 に対して垂直方向に、この速度で前進される（勿論、工具を同様にまたは代わりに移動することもできる）。

10

【 0 0 4 3 】

個々の工具部材がプランク面 20 から臨界距離に達するとき、工具部材 6 とプランク面 20 との間の間隙に亘って生じる放電は、プランク面 20 に対応した溝を除去し始める。工具の各列 8 には 13 個の個々の工具部材 6 があるため、13 個の別個の溝が各プランク面 20 に同時に加工される。勿論、放電加工は、各工具部材 6 の長さの必要な部分または実質的にすべてに沿って生じさせることができる。プランク支持シャフト 18 と工具 2 との間の相対的な垂直方向の移動が継続して、プランク面における溝が深くなることを保証する。垂直方向の前進が継続すると、プランク 16 と工具 2 との間でそれらプランク 16 と工具 2 との共通軸線に対する相対的な回転運動も行なわれる。これは「アンダーカット」溝を与える。

20

【 0 0 4 4 】

その動作は、工具部材 6 がそれぞれのプランクを介して完全に間隙を除去し、それぞれのプランクの他方の間隙 22 に出現するまで継続される。

初期の加工動作は、プランクを、緊密に離隔する重なり合うブロックの半円周配列の状態であり、未加工の刃形を有することがある。この時点では、その動作は、逆向きの相対的な垂直方向の移動であるが、工具部材 6 に対向する刃面を加工させるべく、僅かに異なる回転運動によって繰り返されることがある。一旦プランク 16 の半分の加工が完了すると、プランクおよび工具 2 は、180° 回転することが可能であり、他方の半分を加工することが可能である。これに代えて、鏡像形状の工具が、プランクの他方に前進されることも可能であり、その結果、完全な円を形成し、こうしてプランク全体を同時に加工することが可能となる。後続の加工動作は、必要があれば実行することができる（例えば、最初の 2 カット間に材料を除去することを実行することができる）。

30

【 0 0 4 5 】

結果として得られるワーク 24 が図 4 に示される。上述のように、これらのワークは、未加工の刃形を有した緊密に離隔する重なり合うブロック 26 の周方向配列を備えている。

【 0 0 4 6 】

従って、図 1 に示す工具 2 が、5 個のプランクを同時に、および、与えられたプランク上の刃の半分またはすべての刃を同時に、のいずれかの迅速な加工を可能にすることが分かる。これは、単一プランクにおいて单一溝のみが一度に加工される特許文献 1 および特許文献 2 に記述される技術と比較して、加工処理に対する製造効率の著しい向上の可能性を与える。この技術は、同じ工具、または、様々な個々の工具部材を担持する同様の工具のいずれかにより、複数回、使用されることが可能である。しかし、本実施形態では、後続の加工動作は、図 7 ~ 図 10 を参照してより詳細に以下に記述されるように、様々な種類の工具によって行なわれる。

40

【 0 0 4 7 】

図 5 は、本発明の代替実施形態を示している。この実施形態では、プランクは、単一の一体型工具部材 50 を使用して加工され、それは、その工具上面に形成された一連の角度を持った略放射状に延びるスロット 52 を有している。先に記述した実施形態では、この工具 50 は、ディスク状プランクを該プランクの片面から加工するためにさらに使用され

50

、ハブ 5 6 から伸びた刃 5 4 が緊密に離隔して重なり合い、周方向に配列された刃付きディスク 5 3 を加工すべく、それら工具とプランクとの共通軸線に沿って進むのと同時にプランクに対して捩られる。特に図 6 の加工中の図から分かるように、工具 5 0 は、刃付きディスク 5 3 の結果として得られる所望形状物理的に反転した形状であり、その結果、スロット 5 2 の形状は、結果として得られる刃 5 4 の正確な形状となる。勿論、この工具の使用が容易であり、その工具は、複数のディスクの同時加工にさほど寄与しないが、刃付きディスクの非常に迅速な製作を可能にすることができる。

【 0 0 4 8 】

図 7 は、更なる工具部材 6 0 の斜視図を示しており、それは、図 1 および図 5 に示す工具によって製作されたディスク上の刃に精度の高い仕上がり形状を提供するために使用され得る。工具 6 0 は、第 1 側 6 2 を有し、この工具は、第 1 側によって使用時に工具ホルダ（図示せず）に支持される。第 1 側 6 2 は、工具ホルダに入り込むことが可能な、または、工具ホルダの一体部として形成することができる、適切な特徴（V 字型の継ぎ手など）を形成することが可能である。第 1 側 6 2 の略反対側にある第 2 側 6 4 は、支持されていない。第 1 側 6 2 も第 2 側 6 4 も平面である必要がなく、それらは互いに平行である必要もない。これに代えて、工具は、頂部 6 5 で支持され、底部 6 7 を非支持とすることもできる。

【 0 0 4 9 】

第 1 側 6 2 と第 2 側 6 4 との間には、2 つの側面領域 6 6 および 6 8 が伸びている。これらの側面領域は、刃 7 0 の所望の仕上がり表面形状に対応している。特に、凹側面領域 6 6 は、刃の凸面 7 0 a に対応し、工具の凸面 6 8 は、刃の凹面 7 0 b に対応する。図示されていないが、工具の底部 6 7 は、刃の付根領域でハブの所望表面に形状が対応することがある。

【 0 0 5 0 】

図 7 に示す工具 6 0 は、図 8 および図 9 を参照して示されるような図 4 の部分的に加工されたワークの未加工ブロック 2 6 から所望の刃形を生成するために使用されることが可能である。工具 6 0 が、部分的に仕上げられた刃付きディスク 7 2（実際には、加工が完了した直後のものが示されている）に向けて径方向に前進されると、工具が間隙内に進み、1 つの刃の凸面 7 0 a が加工される。その後、ディスク 7 2 は、そのディスクの軸線上で僅かに回転し、工具 6 0 が引き抜かれると、それは隣接した刃の凹面 7 0 b を加工する。これは、図 8 および図 9 に示す新しい刃形を生成する。そのような形状は、単に図 1 および図 5 に示す工具を使用することによって容易に達成できるものではない。

【 0 0 5 1 】

従って、刃付きディスク 7 2 上の刃 7 0 の容易な仕上げは、単に、上述した技術のうちの1つによって形成されたそれぞれの刃 7 0 の間の間隙に工具 6 0 を径方向に前進させることによって、および、適切な時点でディスク 7 0 を回転させることによって、達成できることが分かるであろう。一旦、一対の刃表面が加工されると、単に、工具を引き抜き、ワーク・ディスク 7 2 にインデックスを付け、そして、次の間隙に工具 6 0 を再び前進させることが必要である。これは、刃の迅速で精度の高い仕上がりの両立を可能にする一方で、工具の反復的変更の必要ななしに、複雑な刃形成を可能にする。

【 0 0 5 2 】

さらに、図 8 および図 9 を参照して記述されたものと同様の工具を使用して中実プランクから仕上がった刃を加工することもできる。

明白に、工具 6 0 の特定の形態は、所望する刃の仕上がり形状によって決定される。これらの実施形態では、工具が、刃 7 0 の径方向の全高に亘って実質的に伸びるように描かれているが、これは必須ではなく、これよりも深くてもよく、これよりも著しく浅くてもよい。

【 0 0 5 3 】

図 10 は、本発明の別の実施形態を示している。これは、長尺の工具ホルダ 7 6 に個々に取り付けられた 10 個の工具 7 4 の列を有している。工具 7 4 は、図 7 ~ 図 9 を参照し

10

20

30

40

50

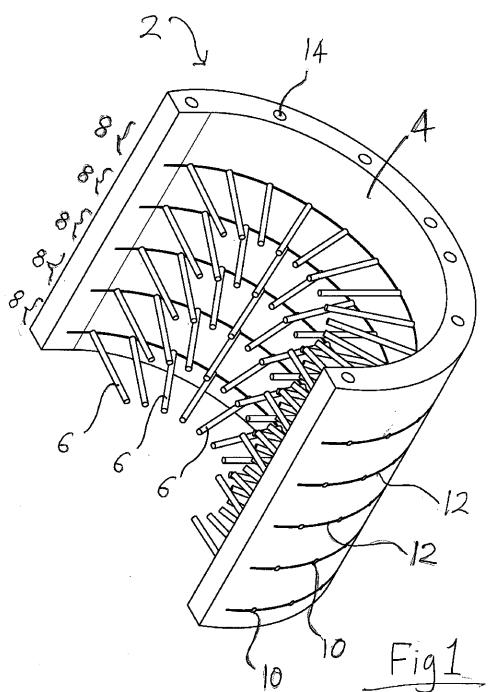
て記述した工具と同様であるが、まったく同一の形状ではない。各工具 7 4 は、先の実施形態に対して記述したものと同様の方法で、未使用ブランク 8 0 から、隣接した刃 8 0 の 2 つの対向する縁部を加工するために使用される。つまり、それぞれのブランクに向けて工具 7 4 を進め、ブランクを回転させ、工具を引き抜き、そして、次の一対の表面を形成すべくブランクにインデックスを付ける。この実施形態の差異は、共通のシャフト 8 2 上の離隔配置関係で取り付けられた 10 個のブランク 8 0 のスタックが、シャフト 8 2 の軸心と平行な方向に工具ホルダ 7 6 を前進させることによって同時に加工されることができ、10 個すべての工具 7 4 をそれぞれのブランク 8 0 を接近させることである。ブランク 8 0 は、シャフト 8 2 を介して共に回転し、インデックスを付けられる。ブランクに向けて工具ホルダ 7 6 を前進させる代わりに、シャフト 8 2 が移動することもできる。都合が良いのは、工具ホルダ 7 6 が、自動工具チェンジャーに嵌合されることができ、それが、様々な工具を多段階処理で使用することを可能にするか、または、製作を中断する必要なしに、磨耗した工具の交換を可能にする。

10

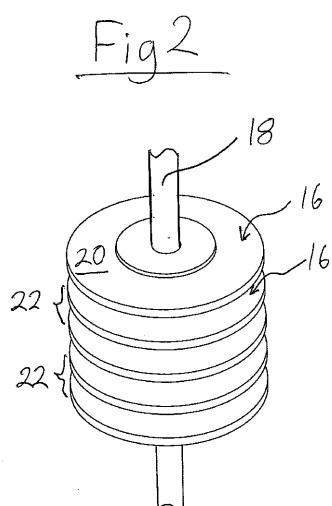
【0054】

従って、本発明の好ましい実施形態が、1 段階または 2 段階の放電加工処理を使用した、中実ブランクからの一体の刃付きディスクの迅速で効率的な製作を可能にすることが分かる。

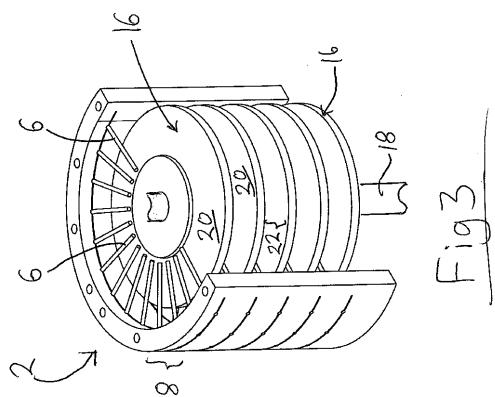
【図 1】



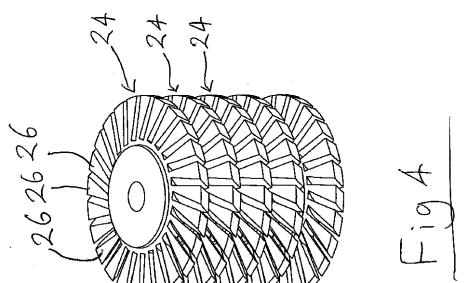
【図 2】



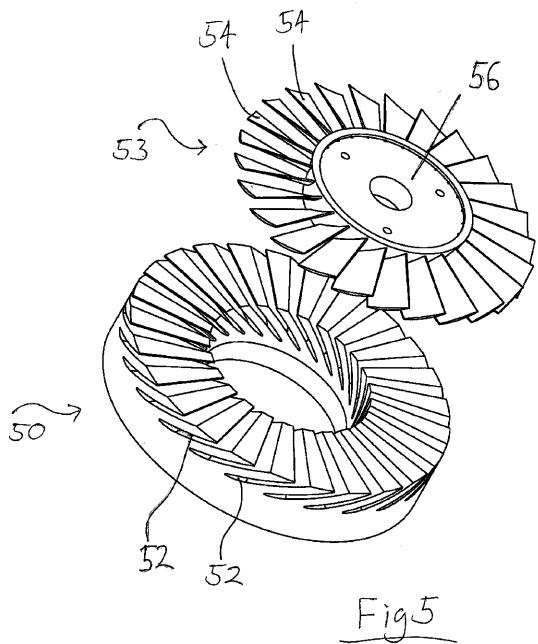
【図3】



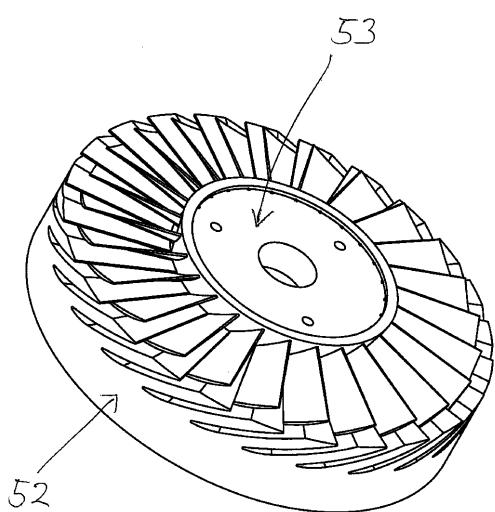
【図4】



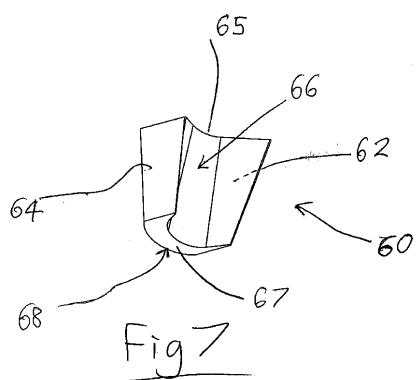
【図5】



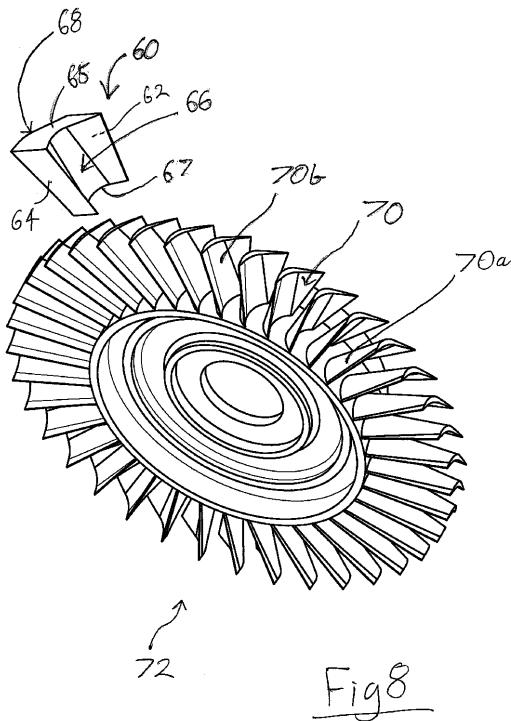
【図6】



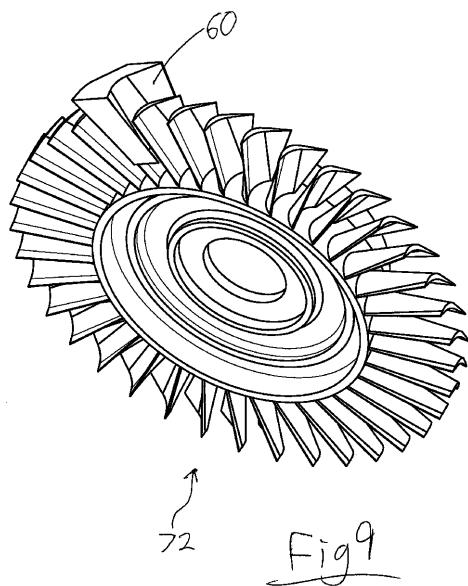
【図7】



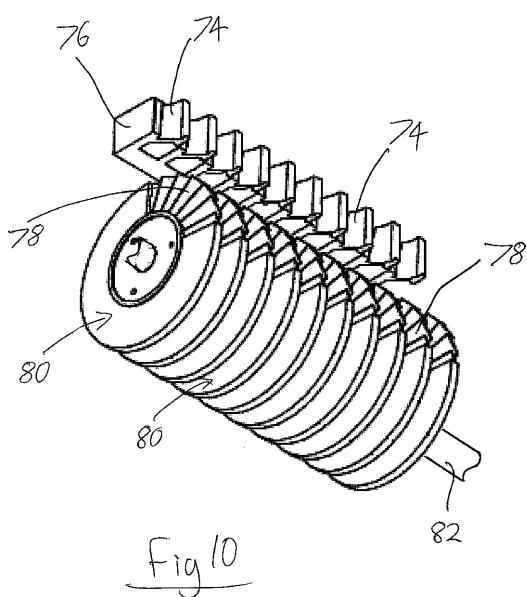
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/GB2010/051642																		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B23H9/10 ADD.																				
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) B23H																				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched																				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">DE 102 55 455 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 June 2004 (2004-06-24) page 3, paragraph 16 - paragraph 20; figures</td> <td style="padding: 2px;">1,20,25</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">----- EP 0 426 233 A1 (VARIAN SPA [IT]) 8 May 1991 (1991-05-08) the whole document</td> <td style="padding: 2px;">2-4, 26-28</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">----- EP 1 652 611 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 3 May 2006 (2006-05-03) * abstract; figures</td> <td style="padding: 2px;">1-4,20, 25-28</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">----- EP 1 430 983 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 23 June 2004 (2004-06-23) the whole document</td> <td style="padding: 2px;">1-4,20, 25-28</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">----- -/-</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	DE 102 55 455 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 June 2004 (2004-06-24) page 3, paragraph 16 - paragraph 20; figures	1,20,25	A	----- EP 0 426 233 A1 (VARIAN SPA [IT]) 8 May 1991 (1991-05-08) the whole document	2-4, 26-28	X	----- EP 1 652 611 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 3 May 2006 (2006-05-03) * abstract; figures	1-4,20, 25-28	X	----- EP 1 430 983 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 23 June 2004 (2004-06-23) the whole document	1-4,20, 25-28		----- -/-	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	DE 102 55 455 A1 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 24 June 2004 (2004-06-24) page 3, paragraph 16 - paragraph 20; figures	1,20,25																		
A	----- EP 0 426 233 A1 (VARIAN SPA [IT]) 8 May 1991 (1991-05-08) the whole document	2-4, 26-28																		
X	----- EP 1 652 611 A2 (MTU AERO ENGINES GMBH [DE]) 3 May 2006 (2006-05-03) * abstract; figures	1-4,20, 25-28																		
X	----- EP 1 430 983 A2 (ROLLS ROYCE DEUTSCHLAND [DE]) 23 June 2004 (2004-06-23) the whole document	1-4,20, 25-28																		
	----- -/-																			
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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																				
Date of the actual completion of the international search 21 March 2011		Date of mailing of the international search report 29/03/2011																		
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Haegeman, Marc																		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/GB2010/051642

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/169675 A1 (HWANG HEA-DO [KR]) 3 August 2006 (2006-08-03) * abstract; figures -----	1-4, 11-14, 20,21, 25-28
X	US 2007/271785 A1 (BLADON CHRISTOPHER G [GB] ET AL) 29 November 2007 (2007-11-29) * abstract; figures -----	1-4,20, 25-28
X	DE 15 40 723 A1 (EX CELL O CORP) 22 January 1970 (1970-01-22) pages 16-18; figures -----	11-14, 21,34-38
X	JP 59 001125 A (HASHIRAMOTO KAZUICHI) 6 January 1984 (1984-01-06) the whole document -----	11-14,21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/GB2010/051642

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

1-4, 11-14, 20, 21, 34-37

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ GB2010/051642

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-4, 20, 25-28

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece and whereby the workpiece is circular or has a circular envelope.

2. claims: 5, 29

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece and whereby the tool is of a unitary structure which has shaped slots therein

3. claims: 6, 30

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece and whereby the tool comprises a two-dimensional surface

4. claims: 7, 31

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece and whereby the tool comprises at least one elongate member

5. claims: 8, 32

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece and whereby the tool comprises a plurality of circumferentially-spaced tool members

6. claims: 9, 10, 33

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece whereby the apparatus is configured to machine a plurality of workpieces arranged in a stack.

International Application No. PCT/ GB2010/051642

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

7. claims: 11-14, 21

A tool adapted to be supported at a first side and having first second third and fourth sides with one of the sides shaped for machining, and the use of this tool.

8. claims: 15-17

A tool comprising at least two surface regions for machining faces of the workpiece, and the use of this tool.

9. claims: 18, 19

An apparatus comprising means for mounting a workpiece, a tool to remove material from the workpiece whereby the apparatus is configured to advance the tool towards the workpiece and whereby the apparatus has a tool holder comprising a series of tools.

10. claim: 22

A tool for contactlessly machining a plurality of radially extending blades or vanes on a disc, said tool comprising a circumferentially distributed array of radially extending elongate tool members.

11. claim: 23

A composite tool comprising a plurality of tool members for machining a plurality of workpieces arranged such that the tool members are advanced towards the workpieces along a common axis.

12. claims: 34-37

A method of forming a radial array of overlapping blades or vanes comprising a first stage of advancing a tool towards a workpiece in a direction towards the face of the workpiece to remove material from said workpiece by inducing a change of state of the material by proximity of said tool; and a second stage of removing further material from said workpiece to leave said blades or vanes, this removal also being effected by a change of state of the material induced by proximity to a second advancing tool, said second stage comprising the

International Application No. PCT/ GB2010/051642

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

step of advancing said second tool in a direction towards
the edge of the workpiece.

13. claim: 38

A turbine disc

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/GB2010/051642

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 10255455	A1	24-06-2004	NONE		
EP 0426233	A1	08-05-1991	DE 69000968 D1 DE 69000968 T2 HK 1000008 A1 IT 1238201 B JP 2021020 C JP 3184726 A JP 7055409 B US 5188514 A		01-04-1993 09-06-1993 03-10-1997 09-07-1993 19-02-1996 12-08-1991 14-06-1995 23-02-1993
EP 1652611	A2	03-05-2006	DE 102004051854 A1 US 2006085979 A1		27-04-2006 27-04-2006
EP 1430983	A2	23-06-2004	DE 10258920 A1 US 2010025233 A1 US 2006131184 A1		01-07-2004 04-02-2010 22-06-2006
US 2006169675	A1	03-08-2006	CN 1810427 A JP 2006205351 A KR 20060087115 A		02-08-2006 10-08-2006 02-08-2006
US 2007271785	A1	29-11-2007	NONE		
DE 1540723	A1	22-01-1970	GB 1062343 A US 3288699 A		22-03-1967 29-11-1966
JP 59001125	A	06-01-1984	NONE		

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(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,R,S,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,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

(72)発明者 ノーブル、アラン

イギリス国 S Y 1 2 0 L T シュロップシャー エレスメア ライオン レーン ライオン
レーン フーム 内

(72)発明者 ブラドン、クリストファー

イギリス国 S Y 1 2 0 L T シュロップシャー エレスメア ライオン レーン ライオン
レーン フーム 内

F ターム(参考) 3C059 AA01 AB03 AB10 HA13