



## 量子場ゆらぎタービン

本発明は、シャフトを駆動するための装置であって、スクイズされた光をレーザービームの形で放出するレーザーと、シャフトと、シャフトに取り付けられたミラーとを備え、レーザービームがミラーで反射される装置に関する。

ガスタービンエンジンまたはパラフィンジェットエンジンは、当技術分野で知られている。このようなタービンは、互いに流体連通しているファンとコアから構成されている。コアは、圧縮部、燃焼部、タービン部および排気部からなり、これらは直列に配置されている。運転中、空気の少なくとも一部はファンを介してコアの入口に供給される。この空気の一部は、燃焼部に達するまでコンプレッサーによって徐々に圧縮される。

燃料は圧縮空気と混合され、燃焼セクションで燃焼して燃焼ガスを発生させる。燃焼セクションから、燃焼ガスはタービンに導かれる。燃焼ガスはその後、排気セクションを通過して大気に放出される。しかし、このタイプのタービンは、個々の量子粒子の量子揺らぎを検出できるほど感度が高くないため、エネルギーを変換することができない。

量子揺らぎとは、ハイゼンベルグの不確定性原理の枠組みの中で、量子粒子がランダムに対になって生成・消滅することである。例えば、あるエネルギーを持った粒子と反粒子のペアが真空中から出現し、一定時間後に再び消滅することがある。

エネルギーの不確かさと時間の不確かさは、ハイゼンベルグの不確定性原理を満たさなければならない。その結果、フェルミオンの粒子対反粒子対と、ボソンの粒子対反粒子対の両方が生じる可能性がある。スクイズド・ライトとは、光の位相や振幅の不確定性が減少し、他の不確定性が増加した量子力学的な光の状態であ

る。スクイズド・ライトは、例えば、レーザー干渉計重力波観測装置（LIGO）で、そこで使用されるミラーへの量子揺らぎの影響を最小化するために使用される。光は位相が絞られている。つまり、位相のブレはできる限り抑えられ、振幅のブレは大きくなっている。これもハイゼンベルクの不確定性原理に基づいており、位相のブレと振幅のブレの積がある最小値を下回ってはならないからである。もし

もし、2つのパラメータのうちの1つのブレが大きくなっても、もう1つのパラメータのブレを小さくすることができる。こうすることで、重力波に対するミラーの感度を上げることができる。位相のブレはレーザーとミラーの間の光の伝搬時間で顕著に現れ、振幅のブレは光の強度がわずかに大きくなる。使用する光を適切に絞ることで、40kgの鏡を約 $10^{-20}$ メートル偏向させることができることが示されている。

本発明の目的は、量子揺らぎ、特にスクイーズ光中の光子の量子揺らぎに対して十分な感度を提供する装置を提供することである。

この課題は、請求項1に記載の装置によって解決される。好ましい実施形態は、従属請求項および明細書に記載されている。

請求項1に記載された装置は、レーザービームの放射圧とレーザービームの量子揺らぎによって運動させられ、シャフトを回転させるミラーを有する。機械的な回転エネルギーは、その後、例えばタービンを駆動するための駆動機構として使用することができる。従来技術に対する利点は、タービンプレードをミラーに置き換えることで、本発明による装置を量子効果、特に量子ゆらぎの検出に使用できることである。特に、振幅揺らぎがミラー表面に衝突を伝達できるように、位相が絞られた光が使用される。好ましくは、使用するレーザーの出力は200kW以上である。放射圧とは、吸収、放出、反射された電磁放射によって表面にかかる圧力のこと。吸収と放射の場合、放射圧は波の強度を光速で割ったものに等しい、

$$p_{St} = I / c、$$

単位はパスカル。光の粒子モデルでは、光子の放射圧はそのエネルギーと関連付けることができ、エネルギーは次式で与えられる。

32051-AT

4

$$E = h \nu$$

が与えられる。光の波動モデルでは、輻射圧をマクスウェルの応力テンソル：

$$p_{ij} = T_{ij} n_i$$

ここで、 $n_i$ は輻射圧がかかる面の法線ベクトルである。

好ましい実施形態では、ミラーは80%以上、好ましくは90%以上、特に好ましくは99%以上の反射率を有する。反射率は放射圧に直接影響する。例えば、完全な反射率の場合、放射圧は完全な吸収の場合の2倍になる。入射光子は、ある運動量をミラーに伝達し、同様に大きい反対向きの運動量をミラーに持ち帰るので、総運動量伝達は入射運動量の2倍になる。

別の好ましい実施形態では、複数のミラーがシャフトの周囲にリング状に配置されている。この結果、ミラー密度が高くなり、より多くのエネルギーをシャフトの回転エネルギーに変換することができ、効率が高くなる。

別の好ましい実施形態では、放射されるレーザービームが互いに平行でない2つ以上のレーザーが使用される。これには、レーザービームが異なる角度でミラーを検出するという利点がある。第一のレーザーの照射中にシャフトが回転した場合、第二のレーザーは、そのレーザービームが90°の入射角で回転したミラーを検出するように方向付けることができる。複数のミラーを使用する場合、2つ以上のレーザーを、入射角90°で異なるミラーを同時に照射するように配置することができる。

別の好ましい実施形態では、ミラーは凹面鏡である。このようなミラーを複数使用する場合、ミラーとシャフトとの配置は幾何学的にペルトン水車に類似している。

さらに好ましい実施形態では、検出器がシャフトに取り付けられ、検出器は好ましくはミラーの代わりにシャフトに取り付けられる。この利点は、レーザーがシャフトを駆動するだけでなく、ミラーの特性も分析できることである。

レーザービームの強度、入射角度、検出器での位置などは、検出器によって測定することができます。

以下、図面に示す実施形態を参照して本発明をより詳細に説明する。

図1は、マイケルソン干渉計の構造を技術水準から模式的に示したものである。

図2は、好ましい実施形態の構造を模式的に示している。

図3は、複数のミラーと複数のレーザーを使用する好ましい実施形態を示す。

図4は、ミラーがシャフトの軸に平行に走っていない好ましい実施形態を示す。

図1は、従来技術で知られているマイケルソン干渉計の概略構造を示している。レーザー2は、ビームスプリッター3bによって分割されたレーザービームを放射する。分割されたレーザービームはミラー3aで反射され、一緒に検出器5に到達します。そこで、測定された干渉パターンが分析され、光が通った経路に関する結論が導き出されます。

図2は、本発明による装置1の好ましい実施形態を示している。レーザー2は、シャフト4に取り付けられたミラー3によって反射される第1のレーザービーム2aを生成する。反射された第二のレーザー光線2bは、検出器5で検出される。レーザービーム2a、2bの光子は、そのエネルギーをミラー3に伝達することにより、シャフト4を回転させる。回転の機械的エネルギーは、その後、例えばタービンの駆動など、別のエネルギーに変換することができる。

図3は、本発明による装置1の好ましい実施形態を示しており、複数のミラー3がシャフト4に取り付けられ、複数のレーザー2がレーザービーム2aを放出するために設けられている。レーザー2とミラー3の数を増やすことで、複数のレーザービーム2a

が同時にそのエネルギーをミラー3に、ひいてはシャフト4に照射することができ、それによってシャフト4が回転するように励起されるという利点がある。図示の設計例では、ミラーはペルトン・タービンと同様に湾曲している。



図4は、ミラー3がシャフト4の軸に平行に配置されていないシャフト4の好ましい実施形態を示している。この配置では、シャフトを回転運動に設定するために、複数のレーザーを使用することができる（図4には示されていない）。

#### 情報源リスト

<https://news.mit.edu/2020/quantum-fluctuations-jiggle-objects-0701>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum\\_fluctuation](https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_fluctuation)

<https://ncatlab.org/nlab/show/quantum+fluctuation>

[https://itp.tugraz.at/LV/evertz/QM\\_Skript/qm\\_2023.pdf](https://itp.tugraz.at/LV/evertz/QM_Skript/qm_2023.pdf)

<https://itp.tugraz.at/LV/evertz/QM-2/qm2.pdf>

<https://www.nature.com/articles/s41586-020-2420-8>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Strahlungsdruck>

<https://www.datacenter-insider.de/was-ist-das-quantenrauschen-a-63e14230d4374094beb5fe650e1ab6ee/>

参考標識一覧

1 装置

2 レーザー

2aファースト・レー

ザー光線 2bセカンド

・レーザー光線

3 鏡

3a 鏡

3b ビームスプリッター

4 シャフト

5 検出器

特許請求の範囲

1. シャフト(4)を駆動するための装置(1)であって、レーザービーム(2a,2b)の形態でスクイズ光を放出するためのレーザ(2)と、シャフトと、を備える装置。  
。  
(4)と、シャフト(4)に取り付けられたミラー(3)とを備え、レーザービーム(2a,2b)はミラー(3)で反射され、ミラー(3)はレーザービーム(2a,2b)の放射圧とレーザービーム(2a,2b)の量子揺らぎによって運動し、シャフト(4)の回転を引き起こすことを特徴とする。
2. ミラー (3) が80%以上、好ましくは90%以上、特に好ましくは99%以上の反射率を有することを特徴とする請求項1に記載の装置。
3. 複数のミラー (3) がシャフト (4) の周囲にリング状に配置されていることを特徴とする、請求項1または2の1つに記載の装置。
4. 放出されたレーザービーム (2a) が互いに平行でない2つ以上のレーザー (2) が使用されることを特徴とする、請求項1から3の1つに記載の装置。
5. ミラー (3) が凹面鏡であることを特徴とする、請求項1から4の1つに記載の装置。
6. 検出器 (5) がシャフトに取り付けられており、検出器 (5) は好ましくはミラー (3) の代わりにシャフトに取り付けられていることを特徴とする、請求項1から5の1つに記載の装置。

概要

シャフト (4) を駆動するための装置 (1) であって、レーザービーム (2a、2b) の形態でスクイーズ光を放出するためのレーザ (2) と、シャフト (4) と、シャフト (4) に固定されたミラー (3) とを備え、レーザービーム (2a、2b) はミラー (3) で反射される、2b) はミラー (3) で反射され、ミラー (3) はレーザー光線 (2a、2b) の放射圧とレーザー光線 (2a、2b) の量子揺らぎによって運動し、波 (4) の回転を引き起こす。

図3

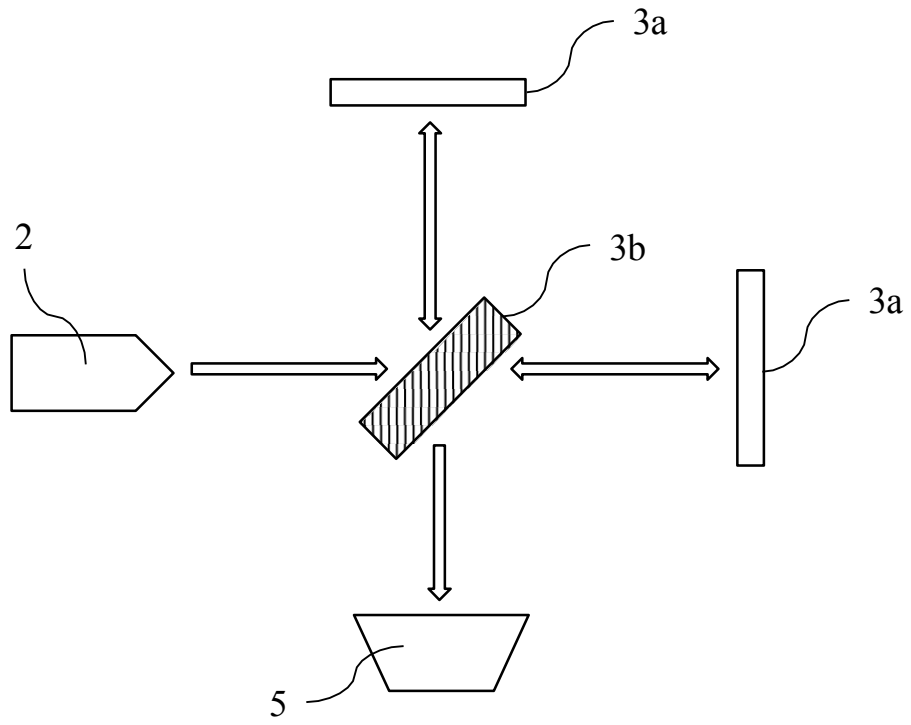


图1

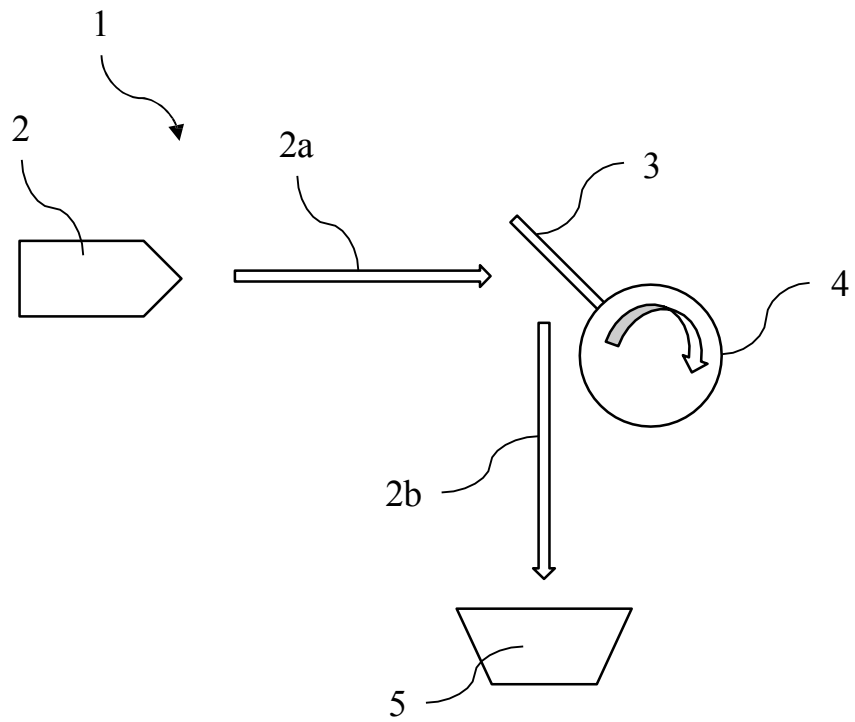


图2

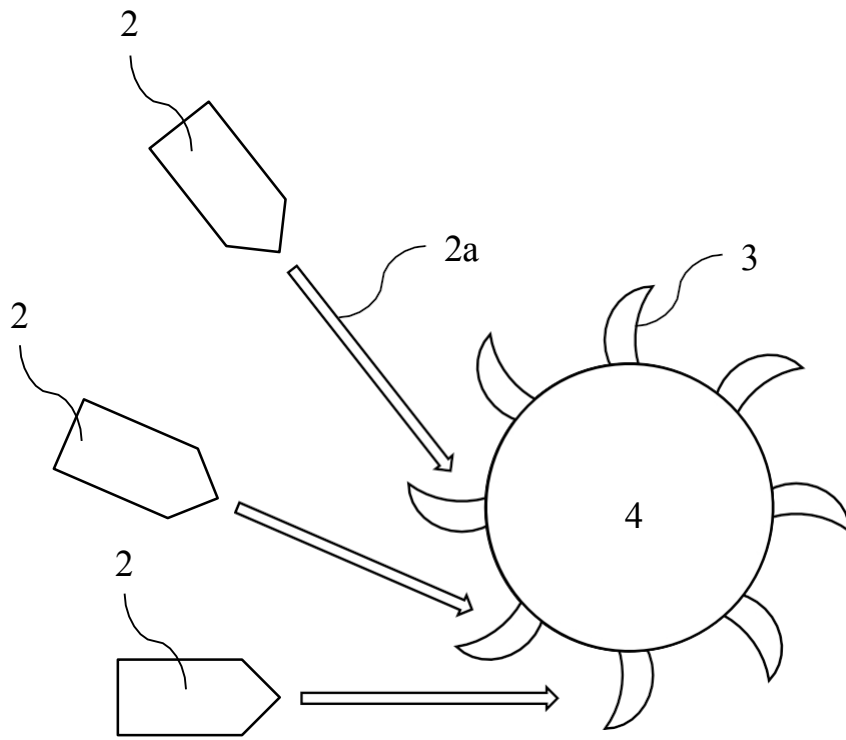


图3

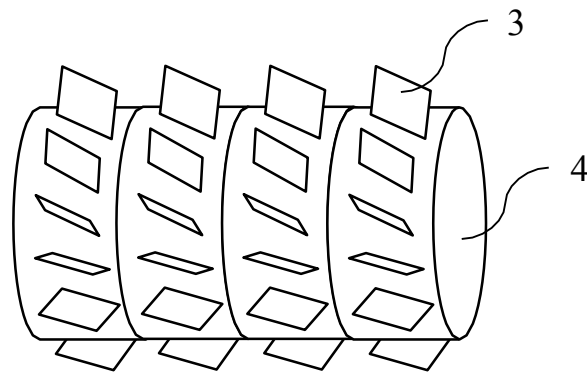


图4