

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6322184号
(P6322184)

(45) 発行日 平成30年5月9日(2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日(2018.4.13)

(51) Int.Cl.	F 1
B 6 4 G 1/64 (2006.01)	B 6 4 G 1/64 A
F 1 6 B 2/10 (2006.01)	F 1 6 B 2/10 Z
F 1 6 H 37/12 (2006.01)	F 1 6 H 37/12 Z

請求項の数 19 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2015-500727 (P2015-500727)
(86) (22) 出願日	平成25年3月19日 (2013.3.19)
(65) 公表番号	特表2015-516325 (P2015-516325A)
(43) 公表日	平成27年6月11日 (2015.6.11)
(86) 国際出願番号	PCT/CA2013/050227
(87) 国際公開番号	W02013/138936
(87) 国際公開日	平成25年9月26日 (2013.9.26)
審査請求日	平成28年3月18日 (2016.3.18)
(31) 優先権主張番号	61/612,715
(32) 優先日	平成24年3月19日 (2012.3.19)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	508365953 マクドナルド デットワライア ンド アソシエイツ インコーポレーテッド カナダ国 エル6エス 4ジエイ3 オン タリオ, ブランプトン, エアポート ロー ド 9445
(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(74) 代理人	100105463 弁理士 関谷 三男
(74) 代理人	100129861 弁理士 石川 滉治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】宇宙船捕獲メカニズム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自由に飛行している宇宙船上の準備されていない機構であって、自由に飛行している前記宇宙船が軌道に入った後に修理宇宙船によって捕獲されるように当初は設計されなかつた準備されていない機構を捕獲するためのシステムであって、

二段階の把持ツールを含む捕獲メカニズムを備え、該捕獲メカニズムが、

i) ばねで閉じるように構成された締付け顎部を有した迅速把持メカニズムであって、該迅速把持メカニズムはハウジング内で移動するように搭載され、前記締付け顎部は始動メカニズムによって始動された際にばねで迅速かつ十分に閉じ、前記準備されていない機構が前記締付け顎部から外れることなく、前記準備されていない機構の緩い捕獲を達成するように構成された、迅速把持メカニズムと、

ii) 前記迅速把持メカニズムとは独立して駆動し、前記準備されていない機構の緩い捕獲が完了したら、緩く捕獲された前記準備されていない機構が前記ハウジング内に位置する硬化表面に当接するまで、前記迅速把持メカニズム及び緩く捕獲された準備されていない機構を前記ハウジングの方に引き込んで、緩く捕獲された前記準備されていない機構及び宇宙船を前記ハウジングに対して硬化するように構成された、硬化メカニズムと、を含み、

前記準備されていない機構の前記ハウジングに対する緩い捕獲及び硬化を達成するためには、前記準備されていない機構が、様々なサイズ、幾何学的形状、及び寸法を有し得る、システム。

【請求項 2】

a)前記捕獲メカニズムを前記準備されていない機構の近傍に位置決めして前記迅速把持メカニズムを始動させることができ、前記捕獲メカニズムに解放可能に取付け可能な位置決めメカニズムと、

b)前記捕獲メカニズム及び前記準備されていない機構の相対位置を確認する感知システムと、を更に備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記感知システム及び前記位置決めメカニズムに接続され、前記捕獲メカニズムを前記準備されていない機構の近傍に位置決めして、前記迅速把持メカニズムを始動するようにプログラムされた、コンピュータ制御システムを含む、請求項2に記載のシステム。 10

【請求項 4】

修理宇宙船とクライアント宇宙船との間の全ての捕獲動作の遠隔テレオペレータ制御、指揮下での自律制御、又は完全自律制御のため、前記コンピュータ制御システムと遠隔のオペレータとの間の通信を提供するように構成された、通信システムを更に備える、請求項3に記載のシステム。

【請求項 5】

前記感知システムが、全ての捕獲及び解放動作のリアルタイム画像を提供するように搭載され構成されたビジョンシステムを含み、該ビジョンシステムは、前記遠隔テレオペレータ制御又は前記指揮下での自律制御における遠隔操作の間、テレオペレータに対して前記画像を送信するために前記通信システムに接続される、請求項2、3、又は4に記載のシステム。 20

【請求項 6】

前記画像を送信し、テレオペレータ、自律制御、又はテレオペレータ及び自律制御の両方の組み合わせによる、遠隔操作の任意の一つ又は組み合わせで使用されるように構成するため、前記感知システムが前記通信システムに接続される、請求項5に記載のシステム。

【請求項 7】

前記コンピュータ制御システムが、前記迅速把持及び硬化メカニズムの作用を制御するように更にプログラムされる、請求項3、4、5、又は6に記載のシステム。

【請求項 8】

前記迅速把持及び硬化メカニズムの作用を制御するようにプログラムされた第2のコンピュータ制御システムを含む、請求項3、4、5、又は6に記載のシステム。 30

【請求項 9】

前記捕獲メカニズムが、

前記迅速把持メカニズムが搭載される第1のハウジング区画と、

前記第1のハウジング区画の前側部分に枢動可能に搭載され、前記第1のハウジング区画の前側から外向きに延在する近位区画を有する締付け顎部と、

前記第1のハウジング区画に位置する、前記締付け顎部の遠位区画を付勢して離すように構成された付勢メカニズムであって、前記第1のハウジング区画の軸線に沿って往復移動するように搭載された細長いプランジャを含み、前記細長いプランジャに枢動可能に搭載されると共に、前記細長いプランジャが前記第1のハウジング区画の前方に完全に延長されると、前記締付け顎部を係合して、前記締付け顎部の前記遠位区画を付勢して離す力ム部分を有するように構成されたカムメカニズムを含み、前記細長いプランジャが宇宙船に搭載されたブラケットに接触すると共に前記第1のハウジング区画内へと内側に移動すると、前記カムメカニズムが前記細長いプランジャに対して枢動して、前記締付け顎部を係合している前記カム部分を前方に移動させて、前記締付け顎部の遠位端を相互に向かって枢動させ、それによって前記ブラケットの一部分を捕獲するように、前記カムメカニズムが構成される、付勢メカニズムと、を含み、 40

前記硬化メカニズムが第2のハウジング区画内に搭載され、前記第2のハウジング区画が前記第1のハウジング区画の後ろに搭載され、前記硬化メカニズムが、

前記細長いプランジャに接続された、前記細長いプランジャ及び前記締付け顎部を前記第1のハウジング区画内に更に引き込むように構成された引っ張りメカニズムであって、前記締付け顎部が前記第1のハウジング区画内へと後退されるにつれて、前記締付け顎部を係合している前記カム部分が付勢されて相互に近付くように、前記第1のハウジング区画及び前記カムメカニズムが構成され、前記ブラケットの一部分が硬化ブラケットに当接するまで、前記迅速把持メカニズムを前記第1のハウジングに更に引き込み、それによつて捕獲された前記宇宙船を前記捕獲メカニズムに硬化するように構成された、引っ張りメカニズムを含む、請求項1から8のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項10】

第1のハウジング区画と、第2のハウジング区画と、を備える、宇宙船に搭載されたブラケットを捕獲するための捕獲メカニズムであって、

a)前記第1のハウジング区画は、迅速把持メカニズムが中に搭載された第1のハウジング区画であって、前記迅速把持メカニズムが、

前記第1のハウジング区画の前側部分に枢動可能に搭載され、前記第1のハウジング区画の前側から外側に延在する、近位区画を有する締付け顎部と、

前記第1のハウジング区画に位置する、前記締付け顎部の遠位区画を付勢して離すように構成された付勢メカニズムであって、前記第1のハウジング区画の軸線に沿って往復移動するように搭載された細長いプランジャを含み、前記細長いプランジャに枢動可能に搭載されると共に、前記細長いプランジャが前記第1のハウジング区画の前方に完全に延長されると、前記締付け顎部を係合して、前記締付け顎部の前記遠位区画を付勢して離すカム部分を有するように構成されたカムメカニズムを含み、前記細長いプランジャが宇宙船に搭載されたブラケットに接触すると共に前記第1のハウジング区画内へと内側に移動すると、前記カムメカニズムが前記細長いプランジャに対して枢動して、前記締付け顎部を係合している前記カム部分を前方に移動させて、前記締付け顎部の遠位端を相互に向かつて枢動させ、それによつて前記ブラケットの一部分を捕獲するように、前記カムメカニズムが構成される、付勢メカニズムと、を含み、

b)前記第2のハウジング区画は、硬化メカニズムが中に搭載された、前記第1のハウジング区画の後ろに搭載された第2のハウジング区画であって、前記硬化メカニズムが、

前記細長いプランジャに接続された、前記細長いプランジャ及び締付け顎部を前記第1のハウジング区画内に更に引き込むように構成された引っ張りメカニズムであって、前記締付け顎部が前記第1のハウジング区画内へと後退されるにつれて、前記締付け顎部を係合している前記カム部分が付勢されて相互に近付くように、前記第1のハウジング区画及び前記カムメカニズムが構成され、前記ブラケットの一部分が硬化ブラケットに当接するまで、前記迅速把持メカニズムを前記第1のハウジング内に更に引き込み、それによつて捕獲された前記宇宙船を前記捕獲メカニズムに硬化するように構成された、引っ張りメカニズムを含む、捕獲メカニズム。

【請求項11】

第1のハウジング区画と、第2のハウジング区画と、第3のハウジングと、を備える、宇宙船に搭載されたブラケットを捕獲するための宇宙船捕獲メカニズムであって、

a)前記第1のハウジング区画は、迅速把持メカニズムが中に搭載された第1のハウジング区画であって、前記迅速把持メカニズムが、

前記第1のハウジング区画の前側部分に枢動可能に搭載され、前記第1のハウジング区画の前側から外側に延在する、近位区画を有する締付け顎部と、

前記第1のハウジング区画に位置する、前記締付け顎部を付勢して離すように構成された付勢メカニズムであって、前記第1のハウジング区画の軸線に沿って往復移動するように搭載された細長いプランジャを含み、前記細長いプランジャに枢動可能に搭載されると共に、前記細長いプランジャが前記第1のハウジング区画の前方に完全に延長されると、前記締付け顎部を係合して、前記締付け顎部の遠位区画を付勢して離すカム部分を有するように構成されたカムメカニズムを含み、前記細長いプランジャが宇宙船に搭載されたブラケットに接触すると共に前記第1のハウジング区画内へと内側に移動すると、前記カム

10

20

30

40

50

メカニズムが前記細長いプランジャに対して枢動して、前記締付け顎部を係合している前記カム部分を前方に移動させて、前記締付け顎部の遠位端を相互に向かって枢動させ、それによって前記プラケットの一部分を捕獲するように、前記カムメカニズムが構成される、付勢メカニズムと、を含み、

b)前記第2のハウジング区画は、硬化メカニズムが中に搭載され、前記第1のハウジング区画の後に搭載された第2のハウジング区画であって、前記硬化メカニズムが、

前記細長いプランジャに接続された、前記細長いプランジャ及び締付け顎部を前記第1のハウジング区画内に更に引き込むように構成された引っ張りメカニズムであって、前記締付け顎部が前記第1のハウジング区画内へと後退されるにつれて、前記締付け顎部を係合している前記カム部分が付勢されて共に近付くように、前記第1のハウジング区画及び前記カムメカニズムが構成され、前記プラケットの一部分が硬化プラケットに当接するまで、前記迅速把持メカニズムを前記第1のハウジング区画内に更に引き込み、それによって捕獲された前記宇宙船を前記捕獲メカニズムに硬化するように構成された、引っ張りメカニズムを含み、

c)前記第3のハウジングは、前記第1及び第2のハウジング区画が第3のハウジングの長手方向軸線に沿って往復移動可能である第3のハウジングであって、

i)前記第1及び第2のハウジング区画を前記第3のハウジングから所定距離分逸らして延長するための延長メカニズムと、

ii)前記第1及び第2のハウジング区画を前記第3のハウジング内へと引き戻すための格納メカニズムと、

iii)前記第1及び第2のハウジング区画を前記第3のハウジング内で係止するための係止メカニズムと、を含む、宇宙船捕獲メカニズム。

【請求項 1 2】

前記第1及び第2のハウジング区画を前記延長位置で係止する係止メカニズムを更に含む、請求項11に記載のメカニズム。

【請求項 1 3】

前記第3のハウジング内で移動するように往復運動可能に搭載され、前記第1及び第2のハウジング区画が前記第3のハウジングから延長されたときに発生する力を相殺するように構成された釣り合い重りを更に含む、請求項11又は12に記載のメカニズム。

【請求項 1 4】

前記延長メカニズムが、一端では前記第3のハウジングに取り付けられ、他端では前記第2のハウジング区画の後側部分に取り付けられると共に、前記係止を始動させるための始動メカニズムを含み、前記第1及び第2のハウジング区画を前記第3のハウジングから延長させることを可能にするばねを含む、請求項11、12、又は13に記載のメカニズム。

【請求項 1 5】

前記格納メカニズムが、前記第3のハウジングに搭載されたケーブル及びモータシステムを含み、前記ケーブルが前記第1及び第2のハウジング区画に接続され、前記モータの起動によって前記第1及び第2のハウジング区画が第3のハウジング内へと後退される、請求項11、12、13、又は14に記載のメカニズム。

【請求項 1 6】

前記第3のハウジングに対する前記第1及び第2のハウジング区画の滑動運動を容易にするため、前記第1ハウジング区画、前記第2のハウジング区画、及び前記第3のハウジングの間に位置決めされた軸受アセンブリを含む、請求項11、12、13、14、又は15に記載のメカニズム。

【請求項 1 7】

自由に飛行しているクライアント宇宙船上の準備されていない機構であって、自由に飛行している前記クライアント宇宙船が軌道に入った後に修理宇宙船によって捕獲されるように当初は設計されなかった準備されていない機構を捕獲するための方法であって、

自由に飛行している前記クライアント宇宙船上の前記準備されていない機構に近接して前記修理宇宙船に搭載された捕獲メカニズムを操作し、

10

20

30

40

50

前記捕獲メカニズムの一部を構成する、迅速把持メカニズムの締付け顎部を駆動させ、前記準備されていない機構が前記締付け顎部で締め付けられている範囲内にあるときは前記締付け顎部がばねで閉じ、前記締付け顎部はばねで迅速かつ十分に閉じて、前記準備されていない機構が前記締付け顎部から外れることなく、前記準備されていない機構の緩い捕獲を達成し、

前記準備されていない機構を緩く捕獲したら、前記捕獲メカニズムの一部を構成して前記迅速把持メカニズムから独立している、硬化メカニズムを駆動し、緩く捕獲された前記準備されていない機構がハウジング内に位置する硬化表面に当接するまで、前記迅速把持メカニズム及び緩く捕獲された前記準備されていない機構を前記ハウジングの方に引き込んで、緩く捕獲された前記準備されていない機構及び自由に飛行しているクライアント宇宙船を前記ハウジングに対して硬化させる、方法。10

【請求項 18】

前記捕獲メカニズムは、位置決めメカニズムに取り付け可能であり、前記捕獲メカニズムを前記準備されていない機構の近傍に位置決めして前記迅速把持メカニズムを始動するように構成され、前記捕獲メカニズム及び前記準備されていない機構の相対位置を確認する感知システムを備え、前記感知システム及び前記位置決めメカニズムに接続されたコンピュータ制御システムを備えており、

前記方法は、遠隔テレオペレータ制御のための遠隔のオペレータとコンピュータ制御システムの間の通信、指揮下での自律制御、前記修理宇宙船とクライアント衛星との間の全ての捕獲動作の自律制御を含む、請求項17に記載の方法。20

【請求項 19】

クライアント衛星に搭載された準備されていない機構であって、前記クライアント衛星が軌道に入った後に修理宇宙船によって捕獲されるように当初は設計されなかった準備されていない機構を遠隔で解放可能に捕獲する方法であって、

a)前記修理宇宙船を軌道に打ち上げ、修理されるべきクライアント衛星に近接させ、ここで、前記修理宇宙船は、

推進、誘導、および遠隔測定システムと、

前記クライアント衛星に搭載された前記準備されていない機構を解放可能に捕獲するように構成され、二段階の把持ツールを含む衛星捕獲メカニズムと、を備え、前記衛星捕獲メカニズムは、30

i)ばねで閉じるように構成された締付け顎部を有した迅速把持メカニズムであって、該迅速把持メカニズムは、ハウジング内で移動するように搭載され、前記準備されていない機構が近接しているときに前記準備されていない機構を締め付け、前記締付け顎部を始動してばねで迅速かつ十分に閉じ、前記準備されていない機構が前記締付け顎部から外れることなく、前記準備されていない機構の緩い捕獲を達成するように構成されている、迅速把持メカニズムと、

ii)前記迅速把持メカニズムとは独立して駆動し、前記準備されていない機構の緩い捕獲が完了したら、緩く捕獲された前記準備されていない機構が前記ハウジング内に位置する硬化表面に当接するまで、前記迅速把持メカニズム及び緩く捕獲された準備されていない機構を前記ハウジングの方に引き込んで、緩く捕獲された前記準備されていない機構及び宇宙船を前記ハウジングに対して硬化するように構成された、硬化メカニズムと、を備え、40

解放可能に捕獲された前記クライアント衛星の一部を含む視野を有するように構成されたビジョンシステムと、

前記捕獲メカニズムとインターフェース接続され、捕獲過程に含まれる全ての構成要素と連携できるように指令によってプログラムされた、コンピュータ制御システムと、

前記ビジョンシステムを遠隔操作するように構成された通信システムと、を備えており、45

b)修理衛星を操作して前記クライアント衛星に近接させ、前記衛星捕獲メカニズムを配置し、前記クライアント衛星上の前記準備されていない機構を解放可能に捕獲し、50

c)前記通信システムは、遠隔テレオペレータ制御のために前記コンピュータ制御システムと通信し、または、テレオペレータおよび前記修理衛星が前記クライアント衛星に近接し、捕獲する指揮下での自律制御の混合と通信する、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、宇宙船を捕獲するためのメカニズムに関し、より具体的には、本発明は、宇宙船に搭載されたブラケットを捕獲し硬化するための捕獲デバイスに関する。

【背景技術】

10

【0002】

宇宙空間で自由に飛行する標的物体を捕えるには、捕獲メカニズムに対する標的物体位置の相対位置を求める能力、標的及び捕獲メカニズムの相対運動を確立し追跡する能力、二つの物体間の相対距離を適時に低減させ、次に、標的がひとりでに逸れる、又は捕獲メカニズムによって跳ね除けられる(「チップオフ」として知られる事象)前に、捕獲メカニズムが把持するのに十分に素早く標的物体を捕獲するように作用する能力、を持つシステムが必要である。捕獲メカニズム及び標的物体の相対位置と相対運動とを確立し追跡する方法、並びに捕獲メカニズムを捕獲位置へと移動させる方法は、本明細書の一部ではない。一般に、これらは、捕獲宇宙船の軌道及び姿勢制御によって達成されてもよく、場合によつては、捕獲すべき宇宙船に対する捕獲デバイスの接近及び位置決めの最終段階において更なる機敏性及び速度を提供する、マニピュレータアームによって補強されてもよく、これらの技法は全て当業者には良く知られている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、捕獲メカニズムは、標的物体と捕獲メカニズムとの間の相対移動がどの程度大きくなり得るかに大きく影響する。捕獲メカニズムが、より高速で初期の捕獲を行うことができる程、二つの物体間の相対運動がより大きくなり得る。これは、メカニズムが十分に迅速に作用した場合、標的が逸れる時間がより少なくなるためである。所与のメカニズムに関して、より高速で動作するほど、標的物体と捕獲メカニズムとの間の相対運動がより高速になり得る。捕獲メカニズムと標的物体との間のより大きな相対運動を可能にする捕獲メカニズムを提供することは、両方の物体に対して著しい利益を有する。

30

【0004】

本明細書に開示する捕獲メカニズムは、いくつかの標準的な宇宙船のマルマンクランプフランジインターフェースを捕獲することを目的としている(具体的な変形例については、添付のインターフェース文献を参照のこと)。

【課題を解決するための手段】

【0005】

商用及び軍事用の両方で欧米の顧客向けに打ち上げられる衛星の大部分は、伝統及び信頼性により、このインターフェースを使用する。とは言え、本明細書に開示する捕獲メカニズムは、他の標的宇宙船の突出部を迅速に捕獲するのに使用することができ、重要な基準は、メカニズム顎部が突出部を両側から取り囲むことができること、また閉じたときには、標的突出部の少なくとも片側が延長されたプロファイルを有し、標的を収容するのに用いられる二つの顎部の少なくとも一方が後ろに回ることができることである。潜在的に適切な標的プロファイルの例としては、パーソナルハンドル及び掴みレール、I型鋼、C型チャネル、T型継手、パイプ、構造的部材などが挙げられるがそれに限らずない。

40

【0006】

捕獲メカニズムは、関与する二つの基本作用を二つの別個のメカニズムに分割することによって、標的宇宙船を迅速に捕獲するというその目的を達成する。一方のメカニズムは標的の迅速な把持を実施し、他方のメカニズムはその把持を硬化して(硬めて)、標的が

50

所望のように堅く保持されることを担保する。即時の把握を達成するため、把持作用は、プランジャによって機械的に、或いはセンサ及びソレノイドによって電子的に始動させられる、ばね及びオーバーセンターメカニズムによって動力供給される。これによって、把持すべき物体の両側に一組ずつある二組の顎部が、標的物体の上で迅速に強制的に閉じられる。顎部は、標的を緩く把持するか、堅く把持するか、又は更には標的上で完全には閉じないように設定することができる。重要なのは、標的の何らかの起こり得る運動によって標的上の突出部が顎部から外れることがないように、顎部を十分に堅く閉じなければならぬことである。顎部がばねで閉じられた後、第2のメカニズムが顎部(及びそれらの閉止メカニズム)をツールの本体内に引き戻し、それによって、捕獲された標的が二つの硬化表面上に引き付けられる。捕獲メカニズムに対して標的が適切に硬化されると見なされる地点で予め確立された予荷重に達するまで、メカニズムは引き戻し続けてもよい。

10

【0007】

別の実施形態は、自由に飛行しているクライアント宇宙船上のレール及び/又はフランジ機構を捕獲するためのシステムであって、

- a)二段階の把持ツールを含む捕獲メカニズムを備え、捕獲メカニズムが、
 - i)ハウジング内で移動するように搭載され、前記機構が前記迅速把持メカニズムに近接しているときに前記機構を締め付け、前記迅速把持メカニズムを始動させて機構を緩く捕獲するように構成された、迅速把持メカニズムと、
 - ii)前記機構が前記ハウジング内に位置する硬化表面に当接するまで、迅速把持メカニズム及び緩く捕獲された機構を前記ハウジングに引き込んで、機構及び宇宙船を前記ハウジングに対して硬化するように構成された、硬化メカニズムと、を含む、システムを含む。

20

【0008】

この態様では、システムは、

- a)捕獲メカニズムを機構の近傍に位置決めして迅速把持メカニズムを始動させることができる、捕獲メカニズムに取り付けられる位置決めデバイスと、
- b)捕獲メカニズム及び機構の相対位置を確認する感知システムと、を含んでもよい。

【0009】

それに加えて、システムは、前記感知システムに接続され、捕獲メカニズムを前記機構の近傍に位置決めして、前記迅速把持メカニズムを始動するようにプログラムされた、コンピュータ制御システムを含んでもよい。

30

【0010】

本明細書に開示する捕獲メカニズムの一実施形態は、

- a)迅速把持メカニズムが中に搭載された第1のハウジング区画であって、前記迅速把持メカニズムが、

前記第1のハウジング区画の前側部分に枢動可能に搭載され、前記第1のハウジング区画の前側から外側に延在する、近位区画を有する締付け顎部と、

前記第1のハウジング区画に位置する、締付け顎部の遠位区画を付勢して離すように構成された付勢メカニズムであって、第1のハウジング区画の軸線に沿って往復移動するよう搭載された細長いプランジャを含み、前記細長いプランジャに枢動可能に搭載されると共に、細長いプランジャが第1のハウジング区画の前方に完全に延長されると、前記締付け顎部を係合して、締付け顎部の遠位区画を付勢して離すカム部分を有するように構成されたカムメカニズムを含み、細長いプランジャが宇宙船に搭載されたブラケットに接触すると共に前記第1のハウジング区画内へと内側に移動すると、カムメカニズムが前記細長いプランジャに対して枢動して、前記締付け顎部を係合しているカム部分を前方に移動させて、締付け顎部の遠位端を相互に向かって枢動させ、それによってブラケットの一部分を捕獲するように、前記カムメカニズムが構成される、付勢メカニズムとを含む、第1のハウジング区画と、

40

- b)硬化メカニズムが中に搭載された、前記第1のハウジング区画の後ろに搭載された第2のハウジング区画であって、前記硬化メカニズムが、

50

細長いプランジャに接続された、細長いプランジャ及び締付け頸部を第1のハウジング区画内に更に引き込むように構成された引っ張りメカニズムであって、締付け頸部が第1のハウジング区画内へと後退されるにつれて、前記締付け頸部を係合しているカム部分が付勢されて相互に近付くように、第1のハウジング区画及びカムメカニズムが構成され、プラケットの一部分が硬化プラケットに当接するまで、締付けメカニズムを前記第1のハウジング内に更に引き込み、それによって捕獲された宇宙船を捕獲メカニズムに硬化するように構成された、引っ張りメカニズムを含む、第2のハウジング区画と、を含む。

【0011】

宇宙船に搭載されたプラケットを捕獲するための捕獲メカニズムの別の実施形態は、

a)迅速把持メカニズムが中に搭載された第1のハウジング区画と、前記迅速把持メカニズムが、

前記第1のハウジング区画の前側部分に枢動可能に搭載され、前記第1のハウジング区画の前側から外側に延在する、近位区画を有する締付け頸部と、

前記第1のハウジング区画に位置する、締付け頸部の遠位区画を付勢して離すように構成された付勢メカニズムであって、第1のハウジング区画の軸線に沿って往復移動するようすに搭載された細長いプランジャを含み、前記細長いプランジャに枢動可能に搭載されると共に、細長いプランジャが第1のハウジング区画の前方に完全に延長されると、前記締付け頸部を係合して、締付け頸部の遠位区画を付勢して離すカム部分を有するように構成されたカムメカニズムを含み、細長いプランジャが宇宙船に搭載されたプラケットに接触すると共に前記第1のハウジング区画内へと内側に移動すると、カムメカニズムが前記細長いプランジャに対して枢動して、前記締付け頸部を係合している前記カム部分を前方に移動させて、前記締付け頸部の遠位端を相互に向かって枢動させ、それによって前記プラケットの一部分を捕獲するように、前記カムメカニズムが構成される、付勢メカニズムとを含む、第1のハウジング区画と、

b)硬化メカニズムが中に搭載された、前記第1のハウジング区画の後ろに搭載された第2のハウジング区画であって、前記硬化メカニズムが、

細長いプランジャに接続された、細長いプランジャ及び締付け頸部を第1のハウジング区画内に更に引き込むように構成された引っ張りメカニズムであって、締付け頸部が第1のハウジング区画内へと後退されるにつれて、前記締付け頸部を係合しているカム部分が付勢されて相互に近付くように、第1のハウジング区画及びカムメカニズムが構成され、プラケットの一部分が硬化プラケットに当接するまで、締付けメカニズムを前記第1のハウジング内に更に引き込み、それによって捕獲された宇宙船を捕獲メカニズムに硬化するように構成された、引っ張りメカニズムを含む、第2のハウジング区画と、

c)前記第1及び第2のハウジングが第3のハウジングの長手方向軸線に沿って往復移動可能である第3のハウジングであって、

i)前記第1及び第2のハウジングを前記第3のハウジングから所定距離分逸らして延長するための延長メカニズムと、

ii)前記第1及び第2のハウジングを前記第3のハウジング内へと引き戻すための格納メカニズムと、

iii)前記第1及び第2のハウジングを前記第3のハウジング内で係止するための係止メカニズムと、を含む、第3のハウジングとを備える。

【0012】

本開示の機能的且つ有利な態様についての更なる理解は、以下の詳細な説明及び図面を参照することによって実現することができる。

【0013】

以下、単なる一例として図面を参照して実施形態について記載する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1A】開位置にあり、宇宙船上に位置するフランジ接近している、本発明の捕獲メカニズムを示す斜視図である。

10

20

30

40

50

【図1B】開位置にある図1Aの捕獲メカニズムを示す側面図である。

【図2】図1に示されるのとは異なる視点から見た図1の捕獲メカニズムを示す斜視図である。

【図3】図1に類似した、但し閉位置にある捕獲メカニズムによって把持されている状態を示す斜視図である。

【図4】図3の矢印4に沿って取った捕獲メカニズムを示す平面図である。

【図5】図1Aの線5-5に沿って取った開位置にある捕獲メカニズムを示す部分断面図である。

【図6】図3の線6-6に沿って取った閉位置にある捕獲メカニズムを示す部分断面図である。

10

【図7】閉位置にある締付け頸部を備えた締付け頸部分を示す、且つ格納メカニズムの詳細を示す、図6の断面図の拡大図である。

【図8】締付け頸部が開位置にある締付け頸部分の図5の断面を示す拡大図である。

【図9】頸部が開位置にあり、カム駆動ばねが見えるようにカム駆動リンクを除いた、図8の断面図で示される捕獲メカニズムの斜視図である。

【図10】図8の線10-10に沿って取った部分断面図である。

【図11】図8の線10-10に沿って取った全体断面図である。

【図12】締付け頸部が開いていてマルマンフランジを把持できる状態にある、ロード位置にある捕獲メカニズムの代替実施形態を示す断面図である。

【図13】締付け頸部がマルマンフランジを把持し閉じている、ばね上位置(sprung position)にある図11の捕獲メカニズムを示す断面図である。

20

【図14】締付け頸部がマルマンフランジを把持し閉じている、格納及び係止位置にある図11の捕獲メカニズムを示す断面図である。

【図15】人工衛星を捕獲するための本発明による捕獲メカニズムを装備した、修理衛星を示すブロック図である。

【図16】ロボットツールの作用を制御するのに使用されてもよい、コンピュータ制御システムの非限定で例示的な例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本開示の様々な実施形態及び態様について、以下で考察する詳細を参照して記載する。以下の記載及び図面は本開示の例証であり、本開示を限定するものとして解釈されるべきではない。図面は必ずしも縮尺通りではない。本開示の様々な実施形態についての完全な理解を提供するため、多数の具体的な詳細を記載している。しかし、特定の例では、本開示の実施形態の簡潔な考察を提供するため、周知又は従来の詳細については記載しない。

30

【0016】

本明細書で使用するとき、「備える」及び「備えている」という用語は、包括的且つオープンエンドであって排他的ではないものとして解釈されるべきである。具体的には、請求項を含む本明細書で使用するとき、「備える」及び「備えている」という用語並びにそれらの変化形は、具体的な機構、ステップ、又は構成要素が含まれることを意味する。これらの用語は、他の機構、ステップ、又は構成要素の存在を除外するものとして解釈されるべきではない。

40

【0017】

本明細書で使用するとき、「例示の」という用語は、「ある例、事例、又は例証として役立つ」ことを意味し、本明細書に開示される他の構成よりも好ましいか又は有利であるものとして解釈されるべきではない。

【0018】

本明細書で使用するとき、「およそ」及び「約」という用語は、粒子の寸法、混合物の組成、又は他の物理的性質若しくは特性の範囲と併せて使用される場合、その寸法範囲の上限及び下限内に存在してもよいわずかなばらつきを包含することを意味し、したがって、平均してその寸法の大部分が満たされるが、統計的にはこの領域外に寸法が存在し得る

50

実施形態を除外しない。これらのような実施形態を本開示から除外しようとするものではない。

【0019】

本明細書に開示する捕獲デバイスは、二つのタイプの宇宙船/宇宙物体の捕獲に対処するように着想されている。一般に、「準備されていない」物体を捕獲するためのものである。これは、クライアント宇宙船が軌道に入った後で修理宇宙船による後の捕獲に使用されるような、特定の目的向けの機構を備えて設計されなかった、クライアント宇宙船のクラスを指す。捕獲デバイスは、軌道上に放出するのに先立って、打上げ機に取り付ける目的で大部分の宇宙船に存在する打上げアダプタリングのような、締付け作用の本来の機構によって捕獲するように設計してきた。レールなど、他の本来の機構も適用可能であろう。この提案される捕獲デバイスが意図する、これらの準備されていない宇宙船の補助的機構は、非協働的な宇宙船である。これらは、安定した姿勢で保たれなくなっている宇宙船と共に、標準的な姿勢制御下にはなくなっている、但しその代わりにそれらの所望の指示方向に対して1以上の軸でタンブリングしている、即ち回転している、クライアント宇宙船である。タンブリングを伴わない捕獲では、ランデブー中の修理宇宙船は、一般に、単一の運動軸上でクライアントに対して移動している。タンブリングしている宇宙船を捕獲する場合、修理宇宙船及び/又はそのマニピュレータームは、自身とクライアントとの間の分離を多数の軸において閉じていなければならない。これによって奨励されるのは、宇宙船の姿勢及び軌道制御システムの応答性並びにマニピュレータームの応答性及びピーク速度によって一般に限定される、はるかに狭い捕獲域時間で、タンブリングしている宇宙船を迅速に把持できる捕獲デバイスである。

10

【0020】

実行可能な標的のプールは、より広い相対運動範囲にわたってクライアント上の機械的機構をより迅速に捕獲するという、捕獲メカニズムの能力と共に増加するであろう。それに加えて、捕獲メカニズムを所持した宇宙船は、自身の位置を同じように精密に制御する必要がなくなり、その結果、必要な推進剤がより少なくなり、開発する必要があるアビオニクスの精度が低くなっている、全体的なミッション費用が少なくなる。

20

【0021】

潜在的にタンブリングするクライアントを迅速に把持することに対するこの奨励は、一般的なロボット把持具に対する課題を提示する。それらは、迅速に閉じる一方で、修理宇宙船及びマニピュレータがクライアントの相対運動を拘束する際にその境界面で発達する力/モーメントで、捕獲した宇宙船が把持されたままになることを担保する、十分に高い適用把持負荷を生成する。これは、一般にある種のギヤリング又はトランスマッisionを締付け作用において使用する、一般的な単一作用の把持デバイスに対する課題を提示する。宇宙システムでは、軽量アクチュエータが必要とされているため、このギヤリングが必要とされる。ギヤリングがアクチュエータの低トルクを補うために増加されるので、ペナルティはより低いクロージャー割合である。単一作用のロボット把持具におけるこの設計の妥協点は、開示される二段階の捕獲デバイスに対する主要な動機である。

30

【0022】

概して、本明細書に開示する捕獲メカニズムは、関与する二つの基本作用を二つの別個のメカニズムに分割することによって、標的宇宙船を迅速に捕獲するというその目的を達成する。一方のメカニズムは標的の迅速な把持を実施し、第2のメカニズムはその把持を硬化して、標的が所望のように堅く保持されることを担保する。即時の把持を達成するため、把持作用は、プランジャーによって機械的に、或いはセンサ及びソレノイドによって電子的に始動させられる、ばね及びオーバーセンターメカニズムによって動力供給される。これによって、把持すべき物体の両側に一組ずつある二組の顎部が、標的物体の上で強制的に迅速に閉じられる。顎部は、標的を緩く把持するか、堅く把持するか、又は更には標的上で全く閉じないように構成することができる。しかし、標的の何らかの起こり得る運動によって標的上の突出部が顎部から外れることがないように、顎部を十分に堅く閉じることが好ましい。顎部がばねで閉じられた後、第2のメカニズムが顎部(及びそれらの閉止

40

50

メカニズム)をツールの本体内に引き戻し、それによって、捕獲された標的が二つの硬化表面上に引き付けられる。捕獲メカニズムに対して標的が適切に硬化されると見なされる地点で予め確立された予荷重に達するまで、メカニズムは引き戻し続けてもよい。

【0023】

部品リスト

捕獲メカニズム器具のこの実施形態は、次の部品で構成される。

【0024】

- | | |
|-----------------------|----|
| 1 捕獲メカニズムハウジング | 10 |
| 2 硬化メカニズムハウジング | |
| 3 硬化メカニズムマウント | |
| 4 トリガプランジャ | |
| 5 単一顎部 | |
| 6 二重顎部 | |
| 7 硬化ブラケット(二個) | |
| 8 モータブラケット(二個) | |
| 9 モータ | |
| 10 ギヤボックス | |
| 11 コレット | |
| 12 硬化駆動軸 | |
| 13 硬化駆動ナット | 20 |
| 14 硬化駆動ナットスペーサ | |
| 15 硬化駆動スペーサ保定リング | |
| 16 メカニズムマウント | |
| 17 メカニズムマウント締結具 | |
| 18 捕獲メカニズム停止ピン(二個) | |
| 19 捕獲メカニズム戻しピン(二個) | |
| 20 捕獲メカニズム戻しづね(二個) | |
| 21 捕獲メカニズムカム(二個) | |
| 22 カム駆動リンク(二個) | |
| 23 プランジャ駆動ピン | 30 |
| 24 カム駆動リンク枢動ピン(二個) | |
| 25 カム駆動ばね支持ピン(二個) | |
| 26 カム駆動ピン(二個) | |
| 27 プランジャ牽引棒 | |
| 28 プランジャ牽引棒ボルト(二個) | |
| 29 プランジャ牽引棒ナット(二個) | |
| 30 硬化予荷重ブッシング | |
| 31 硬化予荷重ばね | |
| 32 硬化予荷重ワッシャ | |
| 33 硬化予荷重ばねねじ | 40 |
| 34 捕獲メカニズムフレーム(二個) | |
| 35 カム駆動ばねアクセスプレート(二個) | |
| 36 カム駆動ばね(二個) | |
| 37 顎部ヒンジピン(二個) | |
| 38 プランジャリセット停止ばね | |
| 39 標的マルマンフランジ | |
| 40 標的宇宙船 | |

捕獲メカニズムの構造について最初に記載し、ほとんどの宇宙船にあるマルマンフランジという名称の機構について特に参照するが、本発明の捕獲メカニズムは、必ずしも把持するように意図されていない、宇宙船の任意の利用可能な機構を捕獲するように構成され

ることが理解されるであろう。図1A、1B、2、3、及び4を参照すると、全体が100で示される捕獲メカニズムは、捕獲メカニズムハウジング1と、硬化メカニズムハウジング2と、硬化メカニズムマウント3とを含む。捕獲メカニズム100は、開位置で示される、単一顎部5及びそれに対向する二重顎部6を含む。二つの硬化プラケット7は、顎部5及び6の近傍に位置し、マルマンプラケット39が捕獲された後に当接する外表面70を提供する。ハウジングの顎部5及び6とは反対側の他端には、捕獲メカニズムマウント16が位置する。このマウントは、捕獲メカニズムをマニピュレータームの端部に取り付けるのに使用される。硬化メカニズムマウント3の前方には、二つの捕獲メカニズム戻しピン19が、ハウジング1の相互に対向する側に位置する。戻しピン19はそれぞれ、ハウジング内でピン19の下方に位置する捕獲メカニズム戻しばね20と関連付けられる。捕獲メカニズムハウジング1の前方には、ピン19のうち一つの前方にそれぞれ位置する二つの捕獲メカニズム停止ピン18がある。マウント72は、硬化メカニズムハウジング2上に位置する。

【0025】

図1A、1B、及び2は、マルマンプラケット39を捕獲する準備ができている、開いた準備済み位置にある捕獲メカニズムを示し、図3及び4は、マルマンプラケット39を捕獲した後の閉じた捕獲デバイス100を示している。

【0026】

次に図5及び6を参照すると、捕獲メカニズム100は、二つのモータプラケット8と、プラケット8に搭載されたモータ9と、モータ9と連結されたギヤボックス10と、ギヤボックス10に連結されたコレット11と、コレット11に連結された硬化駆動軸12と、駆動軸12を取り囲む硬化駆動ナット13と、硬化駆動ナットスペーサ14と、硬化駆動スペーサ保定期15とを含む。硬化駆動軸12は、硬化メカニズムハウジング2内で前後に往復運動し、硬化駆動ナット13、硬化駆動ナットスペーサ14、及びリング15はメカニズムマウント16内に位置する。メカニズムマウント締結具17は、マウント16を硬化メカニズムハウジング2に固定する。

【0027】

図7及び8を参照すると、捕獲メカニズムの構造の詳細が示される。捕獲メカニズムは次のものを含む。

【0028】

- 21 捕獲メカニズムカム(二個)
- 22 カム駆動リンク(二個)
- 23 プランジャ駆動ピン
- 24 カム駆動リンク枢動ピン(二個)
- 25 カム駆動ばね支持ピン(二個)
- 26 カム駆動ピン(二個)
- 27 プランジャ牽引棒
- 28 プランジャ牽引棒ボルト(二個)
- 29 プランジャ牽引棒ナット(二個)
- 30 硬化予荷重ブッシング
- 31 硬化予荷重ばね
- 32 硬化予荷重ワッシャ
- 33 硬化予荷重ばねねじ
- 34 捕獲メカニズムフレーム(二個)
- 35 カム駆動ばねアクセスプレート(二個)
- 36 カム駆動ばね(二個)(図9では一つのみが見えている)
- 37 顎部ヒンジピン(二個)
- 38 プランジャリセット停止ばね

二つの捕獲メカニズムフレーム34は、捕獲メカニズム100の主要構成要素を構造的に収容し支持する役割を果たし、捕獲メカニズムハウジング1に挿入される前に単位体として共に締結される。二つのフレーム34内には、二つのカム駆動リンク22が挟み込まれ、プラ

10

20

30

40

50

ンジャ駆動ピン23によってトリガプランジャ4のスロット103(図8及び9を参照)内で保定される。トリガプランジャ4及びカム駆動リンク22は、プランジャ4が自由に前後に往復運動することができ、二つのカム駆動リンク22が、フレーム34内で固着された二つのカム駆動リンク枢動ピン26を中心にして枢動する状態で、フレーム34内に収まる。二つのカム駆動リンク22の他端は、カム駆動ピン26によって二つの捕獲メカニズムカム21に接続される。捕獲メカニズムカムは、フレーム34の表面の一部を形成するガイドスロット42(図8)内に収まる。カム駆動リンク22のスロットによって、カム駆動リンク22がカム駆動リンク枢動ピン26を中心にして回転するにつれて、捕獲メカニズムカム21が前後に滑動することができる。カム駆動ばね支持ピン25が各カム駆動リンク22に挿入され、これらは、二つのカム駆動ばね36(一つが図9に示されている)を保持する用に作用する。これらの引っ張りばね36は、カム駆動リンク22に作用すると共に、カム駆動支持ピン25を相互に近付けるような形で作用する。このばね力によって、カム駆動リンク枢動ピン26の周りで、メカニズムを動作させるモーメントが作り出される。二つのカム駆動ばね36に対するアクセスを提供するため、メカニズムの上下に一つずつ、二つのカム駆動ばねアクセスプレート35が存在する。

【 0 0 2 9 】

捕獲メカニズムカム21は、地点41で、単一顎部5及び二重顎部6と特別に考案されたフオロワ面43に沿って、二つの顎部上で接触している。捕獲メカニズムカム21は前後に移動するのにしたがって、単一顎部5及び二重顎部6に対する力によって、顎部5及び6を捕獲メカニズム100の中へと保持する顎ヒンジピン37を中心にして顎部が回転させる。表面形状と捕獲メカニズムカム21の接触との組み合わせによって、二つの顎部5及び6の開閉が制御される。顎部の運動速度、閉止の程度、及び顎閉止作用の機械的利点は、カム面41と顎のフオロワ面43との相互作用を変動させることによって制御される。

【 0 0 3 0 】

プランジャ牽引棒27は、トリガプランジャ4内のスロット44を通って延在し、両側のボルト28及びナット29によってモータプラケット8に接続される。プランジャ牽引棒27の後方には、順に、硬化予荷重ブッシング30、硬化予荷重ばね31、及び硬化予荷重ワッシャ32があり、全て硬化予荷重ばねねじ33によってトリガプランジャ4に締結される。硬化予荷重ブッシング30、硬化予荷重ばね31、硬化予荷重ワッシャ32、及び硬化予荷重ばねねじ33は、硬化中にプランジャ牽引棒27によってトリガプランジャ4に課せられる荷重を均等にする役割を果たす。これらの部品はまた、メカニズム100の温度が変化した場合の差異のある熱成長に起因する、構成要素の軸線方向寸法のあらゆるばらつきを補償する役割も果たす。

【 0 0 3 1 】

プランジャリセット停止リング38は、メカニズムがリセットされるとき、そのメカニズムへの最終的な停止部として作用するような形で、トリガプランジャ4の溝内に設置される。プランジャリセット停止リング38が組み立てられた捕獲メカニズムフレーム34の後面に接触すると、メカニズムが限界まで前方に押されているという信号を制御システムに提供する。その結果、制御システムは、トリガプランジャ4を所定距離分後部へと駆動して、スロット44内のプランジャ牽引棒27の前方に適正な動作クリアランスを作り出すようにモータ9に指令し、捕獲メカニズム100はリセットされ、別の機構を捕獲できるようになる。

【 0 0 3 2 】

図9、10、及び11を参照すると、また、捕獲メカニズムフレームが捕獲メカニズムハウジングと共に自由に往復運動できるものとすると、捕獲メカニズム戻しばね20は、二つの捕獲メカニズムフレーム34に締結された捕獲メカニズム戻しピン19に対して作用して、ハウジング1内の迅速把持メカニズムを前方位置へと付勢し、位置合わせし、捕獲ができるような状態にする。これらのばね20は、メカニズムが適正なシーケンスで操作され、捕獲メカニズムフレームが適正な軸線方向位置に留まることを担保する。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

図15は、捕獲メカニズム100に加えて、クライアント衛星の捕獲に関する部材を示すブロック図である。これらは、ホスト修理宇宙船400と、捕獲すべきプラケット39を備えたクライアント衛星40と、ロボットアーム403と、捕獲メカニズム100がインターフェース接続され、エンドエフェクタ411によって解放可能に把持される、ロボットアーム403に連結されたエンドエフェクタ411と、地球408(又は宇宙ステーション若しくは母機(どちらにしても遠隔操作制御の位置にある))に対する双方向無線リンク407を提供する通信システム410とを含む。

【 0 0 3 4 】

それに加えて、修理宇宙船400は、捕獲メカニズム100とインターフェース接続されてもよい機上コンピュータ制御システム500(図16を参照)を含み、それにより、ビジョンシステム550、1以上のロボットアーム403(二つ以上の捕獲メカニズム100が使用される場合)を含む、捕獲プロセスに関する全ての構成要素を協調させることができる。この制御システムはまた、ソフトウェア捕獲又は硬化メカニズムの位置及び荷重状態を判断するのに使用される、任意のセンサとインターフェース接続される。これらのセンサは、迅速把持メカニズムを(プランジャの代わりに)始動するのに使用される、接触又は非接触センサ、並びに連続的な手段(エンコーダ若しくはレゾルバ)を使用して、又は(リミットスイッチを使用して)離散的に、メカニズムの閉止度合いを判断する位置センサを含んでもよい。捕獲メカニズム100とインターフェース接続されたコンピュータ制御システム500が存在することで、捕獲プロセスは現地のミッションマネージャによって自律制御されてもよく、又は、純粹な遠隔操作下にあることに加えて遠隔操作/指揮下での自律性が混合されてもよいように、ある程度の指揮下での自律性を含んでもよい。

10

【 0 0 3 5 】

次に図15及び16を参照すると、推進剤再供給システムの一部を形成する例示のコンピュータシステム500が示される。システムは、クライアント衛星40上のフランジ39を捕獲する手順全体の間、ロボットアーム403の動きを制御するように構成されプログラムされた、コンピュータ制御システム525を含む。

20

【 0 0 3 6 】

指令・制御システムもまた、捕獲メカニズム100の作用を制御するため、ロボットアーム403及びそれに取り付けられたエンドエフェクタ411の動きを制御するように構成される。これは、捕獲メカニズムとインターフェース接続されるものと同じ指令・制御システム、例えば、クライアント衛星との接近動作、捕獲/ドッキング動作、及び給油動作の間、修理衛星によって行うことが求められる全ての動作を実施するように命令によってプログラムされた、修理衛星に搭載されたコンピュータであってもよい。それはまた、別個のコンピュータシステムであってもよい。

30

【 0 0 3 7 】

通信システム410は、ロボットアーム403とインターフェース接続され、ビジョンシステム550(1以上のカメラを含んでもよい)、ロボットアーム403、及びひいてはツールの(地球408からの、又は他の任意の適切な場所からの)遠隔操作を可能にするように構成される。ビジョンシステム550は、捕獲メカニズム100上に搭載された個別のマーカーを含んでもよい。

40

【 0 0 3 8 】

一つの形態では、ビジョンシステム550は1以上のビデオカメラを含んでもよい。遠近感を改善するため、レーザー距離計又はレーダーなどの距離測定デバイスが補強されてもよい。ビジョンシステム550のカメラは、地球上で、又は他のどこかの遠隔地から修理作用を制御しているオペレータが、作業現場の明確な光景を指令・制御コンソールの表示画面上で見る、遠隔ロボット制御モード内で使用されてもよい。代替のモードでは、ツール100の要素又はフランジ39の位置は、3D地点を抽出し、フランジ39上におけるメカニズム100又は他の関連する機構、衛星401、又は感知した6自由度座標にしたがってロボットアーム403を所望の場所へと駆動することができる捕獲メカニズム100の位置及び配向を判断する、ステレオカメラ及びビジョンシステムのどちらかによって判断されてもよい。捕獲すべ

50

き宇宙船に対する修理宇宙船の位置という文脈において、位置決めという用語は、物体の配向並びに二つの物体間の並進ベクトル、即ち、修理宇宙船に対するクライアント宇宙船上における捕獲機構の相対姿勢全体を含むことに留意されたい。

【0039】

ステレオカメラはまた、測定された3D点群を取得し、給油作業現場における所望の機構又は形状の格納したCADモデルに基づいて、所望の物体の姿勢を推定することによって所望の6自由度座標を得ることができる、スキャニング又はフラッシュライダーシステムと置き換えるてもよい。宇宙船が修理を受けることを意図して設計されている用途の場合、Ogilvie et al. (Ogilvie, A., Justin Allport, Michael Hannah, John Lymer, "Autonomous Satellite Servicing Using the Orbital Express Demonstration Manipulator System," Proc. of the 9th International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space (i-SAIRAS '08), Los Angeles, California, February 25-29, 2008)に記載されているような単純な標的を、対象部材の位置を見つけるのに、修理ロボティクス上の単眼カメラと組み合わせて使用することができる。最後に、捕獲メカニズム100を位置決めするのに使用されるロボットアーム又はデバイスは、捕獲ツールと捕獲されているプラケットとの間の反力を測定することができる、1以上のセンサを含んでもよい。これらは、遠隔操作制御においてオペレータを支援するため、オペレータに対して表示することができ、又は、テレオペレータを支援するか若しくは指揮下での自律制御モードに使用することができる、自動力モーメント適応制御モード(automatic force-moment accommodation control mode)で使用することができる。

10
20

【0040】

上述したように、コンピュータ制御システム525は、ビジョンシステム550及びロボットアーム403とインターフェース接続される。上述した通信システム410は、ロボットアーム403とインターフェース接続され、ビジョンシステム550、ロボットアーム403、ロボットエンドエフェクタ411、及び捕獲メカニズム100の(地球408からの、又は他の任意の適切な場所からの)遠隔操作を可能にするように構成されて提供される。このタイプのシステムは、特に遠隔制御を要する宇宙ベースのシステムには非常に有利である。

【0041】

エンドエフェクタ411は、それ自体の埋込みプロセッサ(ロボットアーム403と同様)を有し、修理宇宙船コンピュータからのコマンドを受信する。エンドエフェクタ411はまた、任意のタイプのセンサ、ゲージ、又は他の電力を要するデバイスが存在する場合に、中央コンピュータから捕獲メカニズム100まで電力及びデータを渡す。

30

【0042】

本開示のいくつかの態様は、少なくとも部分的に、ソフトウェアの形で具現化することができる。即ち、コンピュータシステム又は他のデータ処理システムにおいて、ROM、揮発性RAM、不揮発性メモリ、キャッシュ、磁気及び光学ディスク、又は遠隔記憶デバイスなどのメモリに収容された命令のシーケンスを実行する、マイクロプロセッサなどの自身のプロセッサに応答して、その技法を実施することができる。更に、命令は、データネットワークを通じて、コンパイルされリンクされた形でコンピューティングデバイスにダウンロードすることができる。或いは、上述したようなプロセスを実施する論理は、大規模集積回路(LSI)、特定用途向け集積回路(ASIC)、又は電気消去可能プログラマブル読出し専用メモリ(EEPROM)などのファームウェアのような、離散的なハードウェア構成要素など、追加のコンピュータ及び/又は機械可読媒体に実装することができる。

40

【0043】

図16は、1以上のプロセッサ530(例えば、CPU/マイクロプロセッサ)、バス502、ランダムアクセスメモリ(RAM)及び/又は読み出し専用メモリ(ROM)を含んでもよいメモリ535、1以上の内部記憶デバイス540(例えば、ハードディスクドライブ、コンパクトディスクドライブ、又は内部フラッシュメモリ)、電源545、1以上の通信インターフェース410、並びに様々な入出力デバイス及び/又はインターフェース555を含む、指令・制御システムの一部を形成する、コンピュータ制御システム525の例示の非限定的実装例を提供する。

50

【0044】

各構成要素のうち一つのみを図18に示しているが、任意の数の各構成要素をコンピュータ制御システム525に含めることができる。例えば、コンピュータは、一般的に、多数の異なるデータ記憶媒体を含む。更に、バス502は全構成要素の間の単一の接続として図示されているが、バス502は、1以上の回路、デバイス、又は構成要素のうち二つ以上をリンクする通信チャネルを表してもよいことが認識されるであろう。例えば、パーソナルコンピュータでは、バス502はマザーボードを含むか、又はマザーボードである場合が多い。

【0045】

一実施形態では、コンピュータ制御システム525は、汎用コンピュータ又は宇宙での操作向けに構成された任意の他のハードウェア等価物であってもよく、或いはそれを含んでもよい。コンピュータ制御システム525はまた、1以上の通信チャネル又はインターフェースを通してプロセッサ530に連結される、1以上の物理的デバイスとして実装されてもよい。例えば、コンピュータ制御システム525は、特定用途向け集積回路(ASIC)を使用して実装することができる。或いは、コンピュータ制御システム525は、ソフトウェアがメモリから、又はネットワーク接続を通じてプロセッサにロードされる場合、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせとして実装することができる。

10

【0046】

コンピュータ制御システム525は、プロセッサによって実行されると、本開示に記載する1以上の方針をシステムに行わせる、一組の命令がプログラムされてもよい。コンピュータ制御システム525は、図示されるものよりも更に多数又は少数の構成要素を含んでもよい。

20

【0047】

いくつかの実施形態については、十分に機能するコンピュータ及びコンピュータシステムの文脈で記載してきたが、当業者であれば、様々な実施形態は、多様な形態のプログラム製品として分配することができ、分配を実際に達成するのに使用される機械又はコンピュータ可読媒体の特定のタイプに係わらず適用できることを諒解するであろう。

【0048】

コンピュータ可読媒体は、データ処理システムによって実行されると様々な方法をシステムに行わせる、ソフトウェア及びデータを格納するのに使用することができる。実行可能なソフトウェア及びデータは、例えば、ROM、揮発性RAM、不揮発性メモリ、及び/又はキャッシュを含む、様々な場所に格納することができる。このソフトウェア及び/又はデータの一部は、これらの記憶デバイスのいずれかに格納することができる。一般に、機械可読媒体は、機械(例えば、コンピュータ、ネットワークデバイス、携帯情報端末、製造ツール、1以上の一連のプロセッサを備えた任意のデバイスなど)がアクセス可能な形態で情報を提供(即ち、格納及び/又は送信)する、任意のメカニズムを含む。コンピュータ可読媒体の例としては、とりわけ、揮発性及び不揮発性メモリデバイス、読み出し専用メモリ(ROM)、ランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリデバイス、フロッピー(登録商標)及び他の取り出し可能ディスク、磁気ディスク記憶媒体、光学記憶媒体(例えば、コンパクトディスク(CD)、デジタル多目的ディスク(DVD)など)などの、記録可能及び記録不能なタイプの媒体が挙げられるが、それらに限定されない。命令は、搬送波、赤外線信号、デジタル信号など、電気形式、光学形式、音響形式、又は他の形式の伝播信号に対する、デジタル及びアナログ通信リンクの形で具現化することができる。

30

【0049】

本発明のシステムはまた、完全自律操作用に構成される。完全自律システムは、その外部環境を測定しそれに対して応答するシステムであるが、完全自律性は、外部条件に対して又は危険な状態を制御するために迅速な意思決定をする条件に対して、非常に応答性の高いシステム状態の変化を要する条件下で追及される場合が多い。完全自律性の実装は、コストがかかる場合が多く、また、予見不能な又は非常に不確実な環境を取り扱うことができない場合が多い。指揮下での自律性は、人間のオペレータがシステムにおける自律状態を開始することができるため、人間のテレオペレータによって提供される柔軟性と共

40

50

に、応答性のある自律性ローカルコントローラの利益を提供する。

【0050】

次に、捕獲メカニズムの動作について、マルマンフランジ39(但し、他の任意の適切な機構も同様に把持することができる)であるものとして捕獲されている宇宙船上の機構を参照して記載する。メカニズム100は、適切な構成のマニピュレーターム(図示なし)によって、又は更にはメカニズム100が直接取り付けられている宇宙船を操縦することによって、標的マルマンフランジ39の上方の位置へと操縦される。アーム又は宇宙船は、地上から、アームに取り付けられた宇宙船から、アーム若しくは宇宙船に接続されたコンピュータ制御システムを介して自律的に、又は人間及びコンピュータ両方の制御の組み合わせで与えられる人間の指令に応答して、捕獲メカニズムに又はその付近に取り付けられたビジョンシステムから戻ってくる信号によって誘導される。

10

【0051】

標的フランジ39が捕獲エンベロープ内にあると制御システムが判断している場合、アーム又は宇宙船は、メカニズムが始動されるまでメカニズムを前方に移動させるように指令される。メカニズムは、接触若しくは非接触センサを介して電子的に、又は機械的に始動されてもよい。この実施形態では、メカニズムは機械的に始動される。

【0052】

図1及び3は、準備済みの構成のメカニズムを示す。メカニズムは、捕獲メカニズムカム21が、二つのカム駆動リンク22に取り付けられている(図9のみで見られる)二つのカム駆動ばね36(やはり図9のみで見られる)によって後部位置で保持されているとき、「準備済みの」又は「捕獲できる状態の」位置にある。これらのばねは、トリガプランジャ4を前方に押されたまま保ち、捕獲メカニズムカム21をツール内に引き戻されたまま保つ。これによって、二つの顎部5及び6が開位置へと押しやられる。図5に示されるようにメカニズムが標的フランジ39に押し込まれると生じる接触力によって、トリガプランジャ4がツール内で押し戻されると、メカニズムが始動する。トリガプランジャ4がメカニズム内で後部に移動するにつれて、取り付けられたプランジャ駆動ピン23(図7に示される)は二つのカム駆動リンク22を、カム駆動リンク枢動ピン24を中心にして回転させる。この運動に対して、カム駆動リンク22が中心を越える地点まで、カム駆動ばね36が抵抗する。その時点で、カム駆動ばね36はカム駆動ばね支持ピン25と一緒に近くに引き寄せようとして、カム駆動リンク22がカム駆動リンク枢動ピン24を中心にして回転する。

20

【0053】

カム駆動リンク22が回転するにつれて、捕獲メカニズムカム21をカムスロット42内で前方に押す。捕獲メカニズムカム上のカムフォロワ面41は、単一顎部5及び二重顎部6のカム接触面43を押し、これによって顎部が共に標的フランジ39を強制的に捕捉する。同時に、トリガプランジャはカム駆動ばねによって後部に押しやられる。トリガプランジャ4が移動するとそれを感知して、メカニズムが始動していることを制御システムに対して示すため、メカニズム本体内にセンサを位置付けることができる。トリガプランジャ中のスロット44によって、プランジャが固定のプランジャ牽引棒27の周りを動くことが可能になる。

30

【0054】

図2は、閉じているが硬化していない構成のメカニズムを示す。標的フランジは「緩く捕獲されている」と見なされる。緩い捕獲が達成された後、メカニズムは、標的宇宙船40との十分な構造上のインターフェースを達成するために硬化されなければならない。この実施形態では、メカニズムを硬化するアクチュエータはツール内に収容されたモータであるが、そのアクチュエータは、ばね、ガス発生器、パラフィンアクチュエータ、ソレノイド、又は更にはある種のパワートレインによって接続された遠隔位置のモータであるような、他の任意のタイプの機械的作動であり得る。

40

【0055】

緩い捕獲後のメカニズムを硬化するため、制御システムはモータ9に旋回するように指令し、それによって次いで、ギヤボックス10及びコレット11を介して硬化駆動軸12を旋回させる。硬化駆動軸12は硬化駆動ナット13内で旋回し、それによって次に、モータ9及び

50

そのモータプラケット8が硬化メカニズムハウジング3内へと更に後方に引き込まれる。硬化メカニズムハウジング3は、プランジャ牽引棒27に接続され、それが移動するにつれて共に牽引棒を引き戻す。プランジャ牽引棒27は、トリガプランジャ4のスロット44内で移動する。硬化予荷重ばね31、硬化予荷重ワッシャ32、及び硬化予荷重ばねを通してトリガプランジャ4に接続された硬化予荷重ブッシング30に接触するまで、モータ9は牽引棒を後部へと引っ張る。硬化予荷重ばねは、過度の引っ張り力が硬化構成要素に課されないことを担保する。

【 0 0 5 6 】

二つの接続された捕獲メカニズムフレーム34は、捕獲メカニズムハウジング1内で自由に移動することができる。トリガプランジャがモータによって後方へと引っ張られるにつれて、より多くのトルクが二つのカム駆動リンク22に加えられて、捕獲メカニズムカム21がより一層前方へと押しやられ、それによってマルマンフランジ39がより一層しっかりと把持され、顎部内で心出しされる。カムが可能な限り前方に来た後(顎部の柔軟性、閉じた顎部が作るくさび角、及びカムに対する前方への力によって制限される)、硬化アクチュエータは、捕獲メカニズム全体(顎部、フレーム、及びカム)並びに捕獲されたマルマンフランジ39を、トリガプランジャ4を介して後方へと引っ張り始める。マルマンフランジの表面が二つの硬化プラケット7の前面に接触するまで、モータはマルマンフランジを後方に引っ張り続ける。接触がなされた後、モータ9は、制御システムが、この事例では駆動シャフトの旋回数の最新の感知及び計数を介して、マルマンフランジ39が指定量の力で硬化プラケット7に対して引っ張られたことを感知するまで、ハウジング1内の迅速把持メカニズムを後方に引っ張り続ける。メカニズムはここで、プラケット7に対して硬化されたマルマンプラケット39及び宇宙船40と共に完全に硬化されたと見なされる。

【 0 0 5 7 】

メカニズムをリセットするため、モータ9は反転され、牽引棒27は、スロットの前部に接触し、トリガプランジャを前方に押し始めるまで、スロット44内で前方に移動する。荷重が捕獲メカニズムフレーム34から除去されるにつれて、二つの捕獲メカニズム戻しばね20はハウジング1内の迅速把持メカニズム全体を前方に移動させ、マルマンフランジ39が硬化プラケット7から外されるが、完全閉止位置にある顎部5及び6によってまだ捕獲されている。捕獲メカニズムフレーム34が捕獲メカニズム停止ピン18と接触するようになり、それによって更に迅速把持メカニズムの前進移動が阻害されるまで、ハウジング1に収容された迅速把持メカニズムは前方に移動し続ける。モータ9は、トリガプランジャ4を前方に駆動し続け、これによって、プランジャ駆動ピン23がカム駆動リンク22を回転させ、二つの捕獲メカニズムカム21を後部へと引っ張らせる。捕獲メカニズムカム21が後部へと移動するにつれて、最初にマルマンフランジ39に対する荷重が減少し、カム移動距離の最後に向かうにつれて、カムフォロワ面43の形状により、顎部が開き、メカニズムがマルマンフランジ39から完全に係脱される。捕獲メカニズムフレーム34が完全に前方にある状態で、プランジャリセット停止リング38が捕獲メカニズムフレーム34の後部面に接触するまで、モータ9はトリガプランジャ4を前方に駆動し続ける。この時点で、カム駆動リンクは中心を越えて後方に移動しており、発射準備され(cocked)、再び起動させる準備ができる。モータが失速するにつれてモータ電流が増加することにより、メカニズムがリセット地点にあることが制御システムに対して指示される。モータは停止され、次に、プランジャが始動され迅速に後部へと移動したとき、スロット44が牽引棒27の前面に当たらない地点まで、トリガプランジャを所定量後部に引っ張るように指令される。メカニズムはここで完全にリセットされ、別の標的フランジを捕獲できる状態にある。

【 0 0 5 8 】

したがって、本発明の宇宙船捕獲メカニズムは、自由に飛行する宇宙船上のレール又はフランジ機構を捕獲するためのものである。メカニズムは、二段階の把持ツールを含む捕獲メカニズムを含む。把持ツールは、ハウジング1内で移動するように搭載された迅速把持メカニズムを含み、これは、機構が迅速把持メカニズムの近傍にあり、それを始動させて機構(図面ではマルマンフランジ39として示される)を緩く捕獲させると、機構を締め付

10

20

30

40

50

けるように構成される。迅速把持メカニズムは、顎部5及び6と、ハウジング1内に位置する関連するカムメカニズムとを含む。捕獲メカニズムは、機構が第1のハウジング内に位置する硬化表面に当接して、機構及び宇宙船をハウジング1に対して硬化するまで、迅速把持メカニズムをハウジング1内に引き込み、機構を緩く捕獲するように構成された、ハウジング2内に位置する硬化メカニズムを含む。図1~8に示されるように、硬化メカニズムは、細長いプランジャ4と締付け顎部5及び6とを第1のハウジング区画1内へと更に引き込むように構成された、細長いプランジャ4に接続された引っ張りメカニズムを含み、第1のハウジング区画1及びカムメカニズムは、締付け顎部5及び6が第1のハウジング区画1内へと後退されるにつれて、締付け顎部5及び6を係合するカム部分が付勢されて共に近付くように構成される。引っ張りメカニズムは、ブラケットの一部分が硬化ブラケット7に当接し、それによって捕獲された宇宙船を捕獲メカニズムに対して硬化するまで、締付けメカニズムを第1のハウジング1内へと更に引き込むように構成される。

【 0 0 5 9 】

引っ張りメカニズムの非限定的実施形態は、モータ9、ギヤボックス10、及びコレット11を含む。モータ9は、プランジャ牽引棒27を通してトリガプランジャ4に連結され、硬化駆動軸12及び硬化駆動ナット13を通して硬化メカニズムハウジング2に連結された、モータブラケット8によってトリガプランジャ4に連結される。

【 0 0 6 0 】

より迅速に作用する捕獲メカニズム

更なる実施形態は、追加メカニズムを加えることによって、デバイスの捕獲速度を増大させる。この第3のメカニズムは、図1に示される捕獲メカニズムを保持し、それをばねと連結し、宇宙船の力学を考慮して必要とされる場合、それを反動塊体(recoil mass)にも連結して、メカニズムが起動したときのホスト宇宙船に対する反力を制限する。デバイスは、図12、13、及び14に示される、次の構成要素で構成される。

【 0 0 6 1 】

45 図1に示されるものに類似した捕獲メカニズムアセンブリ

46 主要ハウジング

47 リニア軸受(二個必要)

48 捕獲メカニズム支持キャリッジ

49 リセットアクチュエータ

50 リセットケーブルスプール(二個必要)

51 リセットケーブル(二個必要)

52 リセットケーブルアイドラー(二個必要)

53 反動塊体

54 反動ダンパー

55 往復ばね

56 反動塊体支持キャリッジ

57 反動塊体リリースアーム

58 メカニズムリリースアクチュエータ

59 捕獲メカニズムリリースアーム

図12は、準備済みの、起動することができる状態のデバイスを示す。上述の実施形態と同様に、この変形は、標的宇宙船40及びそのマルマンフランジ39が、アームによる、又はホスト/修理宇宙船の制御システムによる、メカニズムの捕獲エンベロープ内にある位置に配置しなければならない。やはり、これは、直接地上制御、機上自律性コンピュータ制御、又はそれら二つの有利な組み合わせによって実現することができる。標的マルマンフランジ39がデバイスのエンベロープ内になった後、制御システムは、捕獲メカニズムアセンブリ45及び反動塊体53を同時に解放するように、メカニズムリリースアクチュエータ58に指令する。捕獲メカニズムは所定距離分前に押され、同時に反動塊体53は後方に押される。捕獲メカニズムアセンブリは捕獲メカニズム支持キャリッジ48によって支持され、反動塊体53は反動塊体支持キャリッジ56によって支持される。支持キャリッジは両方とも

10

20

30

40

50

、二つのサブアセンブリの軸線方向移動を誘導し、支持キャリッジを主要ハウジング46に接続する、一連の整列したリニア軸受47上を通り。

【0062】

捕獲メカニズムアセンブリがその移動距離の終わりにほぼ達すると、また、デバイスが始動されたときの、標的フランジの未来の位置に関する計算が正確であった場合、捕獲メカニズムアセンブリ45上のトリガプランジャ4は、標的フランジ39の表面に衝突し、上記に概説した捕獲シーケンスを開始する。同時に、反動塊体53はその移動距離の終わりに当たっており、衝撃(纖細な宇宙船の構成要素に対して有害であり得る)に対する最終的な保護を提供するため、あらゆる残りの減速力をほとんど全て吸収し、反動塊体53を停止させる、反動ダンパー54と接触する。反動塊体支持キャリッジ56内の一連の一方向ブレーキ(図示なし)は、反動塊体53が制御されない形で反発してリニア軸受47を逆戻りするのを防ぐ助けとなる。これらのブレーキは、反動塊体53がリセット位置に向かってゆっくり戻るのを可能にするリミテッドスリップタイプのものであることができ、又は、様々な要素の作用を個別に制御できるようにする剛性のブレーキであり得る。捕獲メカニズム支持キャリッジ48上の類似の一連のブレーキは、その移動距離の終わりに達したときのその制御されない反発を防ぐ。捕獲メカニズムアセンブリ45の減速の衝撃を制限する必要がある場合、反動ダンパー54に類似したダンパーを捕獲メカニズムアセンブリ45の経路に配置することができる。

10

【0063】

マルマンフランジ39の標的範囲が捕獲メカニズムアセンブリ45の顎部5及び6に捕獲された状態で、捕獲メカニズム支持キャリッジ48はリニア軸受47に係止され、捕獲メカニズムアセンブリ45は、基本メカニズムに関して上述したように、標的フランジ39のその把持を硬化する。標的マルマンフランジ39(又はクライアント衛星上の他の任意の把持可能な機構)がメカニズムの把持でしっかりと保持された後、捕獲メカニズムアセンブリ45はデバイスハウジング46内へと引き戻されてもよい。

20

【0064】

デバイスのリセットは、リセットアクチュエータ49を係合することによって実現され、リセットアクチュエータは、この事例ではモータのギヤボックスであるが、時計仕掛け、形状記憶合金アクチュエータ、パラフィンアクチュエータ、又は、捕獲メカニズムアセンブリ45及び反動塊体アセンブリ53をそれらの初期位置に向かって引き戻す役割を果たす、任意の数の他の容認可能なアクチュエータであることもできる。この場合、リセットアクチュエータ49は、二つのリセットケーブルスプール50を旋回させ、それによって、二つの支持キャリッジ48及び56に取り付けられた二つのリセットケーブル51が引き込まれる。捕獲メカニズム支持キャリッジ48及び反動塊体支持キャリッジ56が、次の捕獲試行のためにデバイスを起動するのに必要である適正な圧縮量を往復ばね55が達成している地点に達した後、二つの支持キャリッジ48及び56はリニア軸受47内に係止され、捕獲メカニズムリリースアーム59は、メカニズムリリースアクチュエータ58を二つの支持キャリッジ48及び56に対して再係合接続する。

30

【0065】

最後のステップとして、リセットスプール50の回転は、クラッチ又は解放されたブレーキ(図示なし)によってリセットアクチュエータ49から切り離されているので、次回捕獲が開始されるとリセットスプール50がケーブルを迅速に繰り出すことができる。捕獲メカニズム50はここでリセットされ、別の捕獲動作を行うことができる状態である。捕獲メカニズムの顎部5及び6は捕獲作用とは独立して開くことができるので、往復作用を開始することなく標的衛星40を解放することができる。

40

【0066】

アクチュエータが指令を受けるシーケンスを単純に変更することによって、捕獲メカニズムアセンブリ及びこの一連の事象をデバイスによって支持することができる一方で、硬化することなく標的衛星が保持されることを要する操作上の考慮事項が存在することがある。同様に、リセットスプール50に連結されたリセットアクチュエータ46を残すことによ

50

って、迅速な捕獲作用とは対照的に、捕獲メカニズムアセンブリ45をゆっくり繰り出すことが有利であると分かっている場合、それに使用することができる。

【0067】

様々な塊体、並びにリニア軸受47を下げるよう二つの支持キャリッジ48及び56によって加えられる任意の制動力又は抗力を制御することによって、メカニズム45の速度及び加速度を微調整することができる。アクチュエータが支持キャリッジ48及び56に含まれる実施形態では、この微調整は捕獲作業中に行うことができ、捕獲作業全体にわたる有意レベルの制御が可能になる。

【0068】

上述した特定の実施形態を一例として示してきたが、これらの実施形態は様々な修正及び代替形態の影響を受けやすいことがあることを理解されたい。特許請求の範囲は、開示した特定の形態に限定されるものではなく、それよりもむしろ、本開示の趣旨及び範囲内にある全ての修正、等価物、及び代替物を包含することを更に理解されたい。

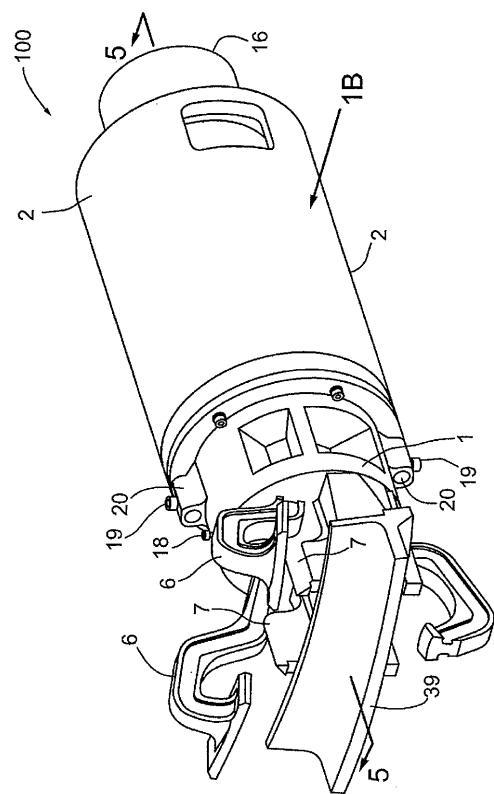
【符号の説明】

【0069】

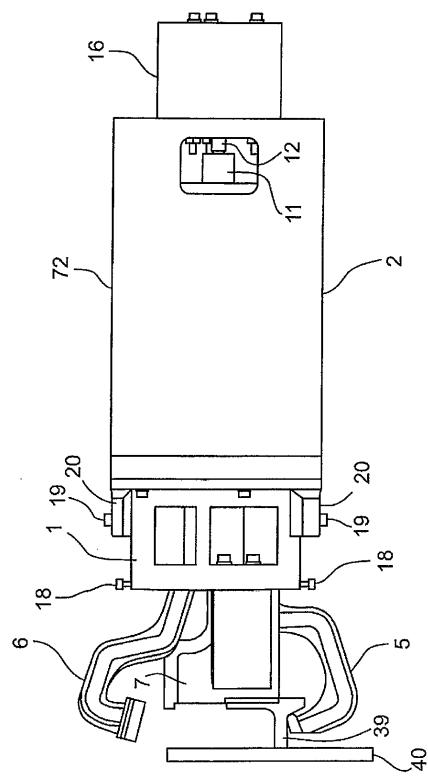
- | | |
|-------------------|----|
| 1 捕獲メカニズムハウジング | 10 |
| 2 硬化メカニズムハウジング | |
| 3 硬化メカニズムマウント | |
| 4 トリガプランジャ | |
| 5 単一顎部 | 20 |
| 6 二重顎部 | |
| 7 硬化プラケット | |
| 8 モータプラケット | |
| 9 モータ | |
| 10 ギヤボックス | |
| 11 コレット | |
| 12 硬化駆動軸 | |
| 13 硬化駆動ナット | |
| 14 硬化駆動ナットスペーサ | |
| 15 硬化駆動スペーサ保定リング | 30 |
| 16 メカニズムマウント | |
| 17 メカニズムマウント締結具 | |
| 18 捕獲メカニズム停止ピン | |
| 19 捕獲メカニズム戻しピン | |
| 20 捕獲メカニズム戻しばね | |
| 21 捕獲メカニズムカム | |
| 22 カム駆動リンク | |
| 23 プランジャ駆動ピン | |
| 24 カム駆動リンク枢動ピン | |
| 25 カム駆動ばね支持ピン | 40 |
| 26 カム駆動ピン | |
| 27 プランジャ牽引棒 | |
| 28 プランジャ牽引棒ボルト | |
| 29 プランジャ牽引棒ナット | |
| 30 硬化予荷重ブッシング | |
| 31 硬化予荷重ばね | |
| 32 硬化予荷重ワッシャ | |
| 33 硬化予荷重ばねねじ | |
| 34 捕獲メカニズムフレーム | |
| 35 カム駆動ばねアクセスプレート | 50 |

36	カム駆動ばね	
37	顎部ヒンジピン	
38	プランジャリセット停止ばね	
39	標的マルマンフランジ	
40	標的宇宙船	
41	カム面	
42	ガイドスロット	
43	フォロワ面	
45	捕獲メカニズムアセンブリ	
46	主要ハウジング	10
47	リニア軸受	
48	捕獲メカニズム支持キャリッジ	
49	リセットアクチュエータ	
50	リセットケーブルスプール	
51	リセットケーブル	
52	リセットケーブルアイドラー	
53	反動塊体	
54	反動ダンパー	
55	往復ばね	
56	反動塊体支持キャリッジ	20
57	反動塊体リリースアーム	
58	メカニズムリリースアクチュエータ	
59	捕獲メカニズムリリースアーム	
72	マウント	
103	スロット	
400	修理宇宙船	
403	ロボットアーム	
407	無線リンク	
410	通信システム	
411	エンドエフェクタ	30
502	バス	
513	通信インターフェース	
525	コンピュータ制御システム	
530	プロセッサ	
535	メモリ	
540	内部記憶装置	
545	電源	
550	ビジョンシステム	
560	入出力デバイス及びインターフェース	

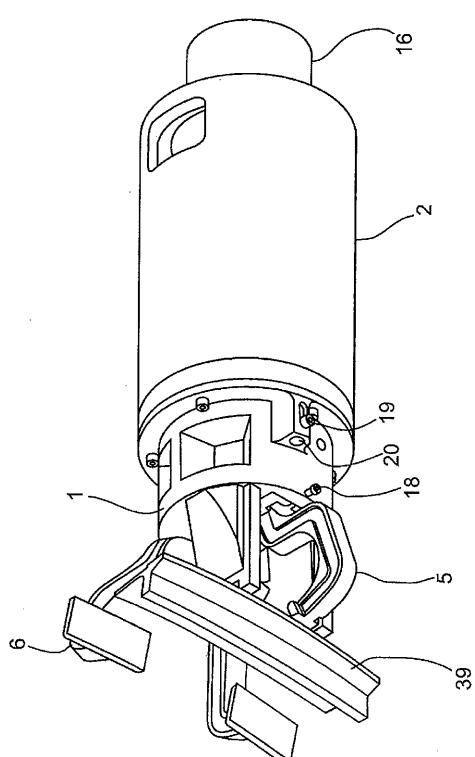
【図1A】



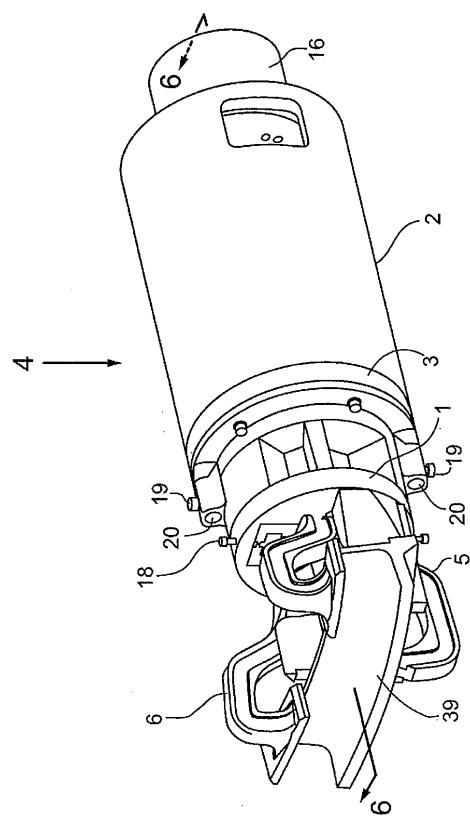
【図1B】



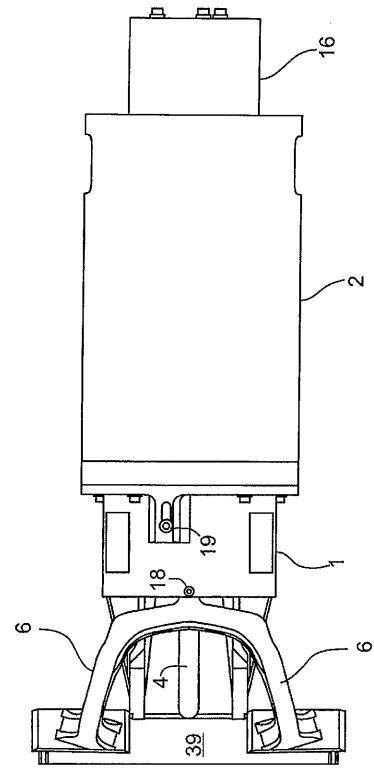
【図2】



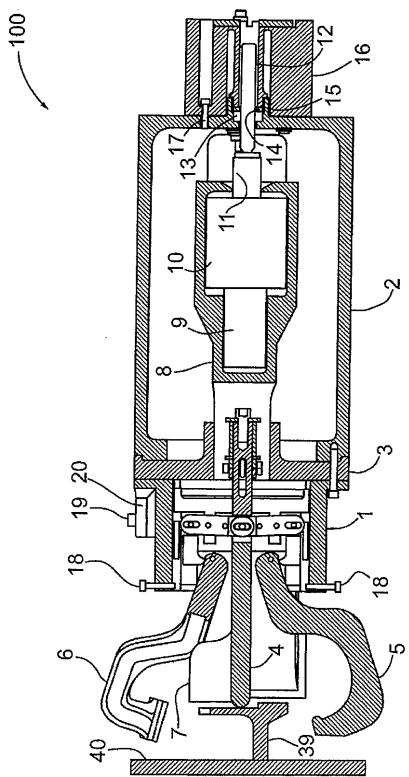
【図3】



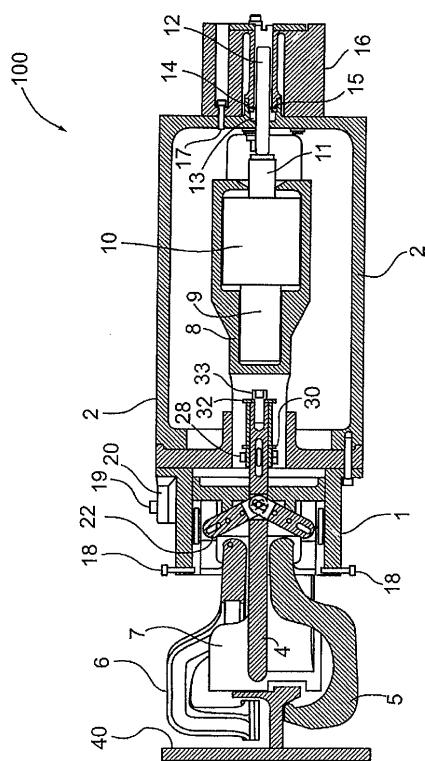
【 义 4 】



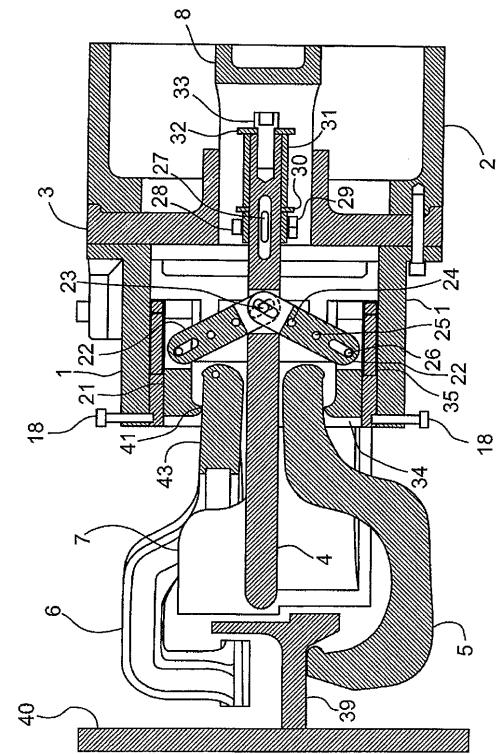
【 図 5 】



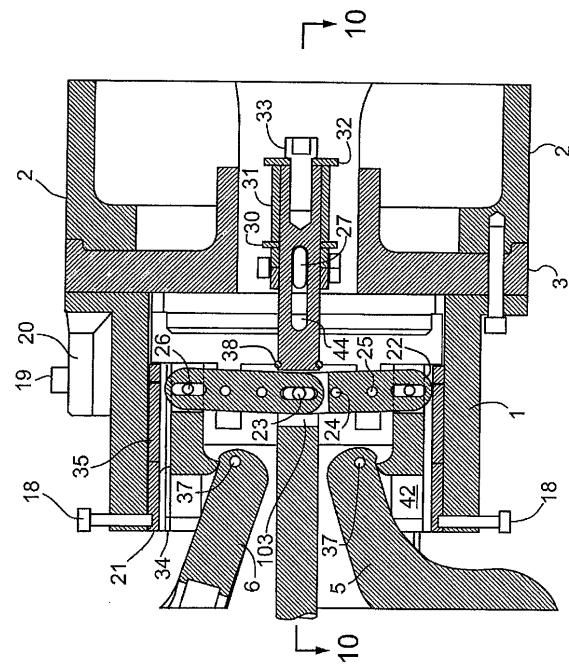
【図6】



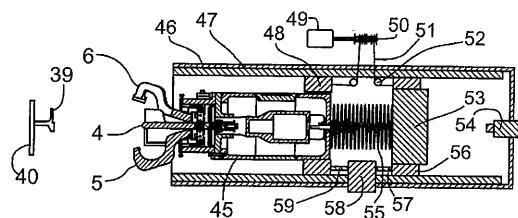
【圖 7】



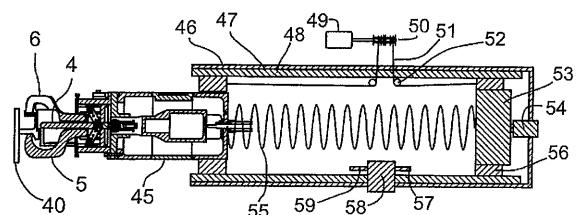
【図 8】



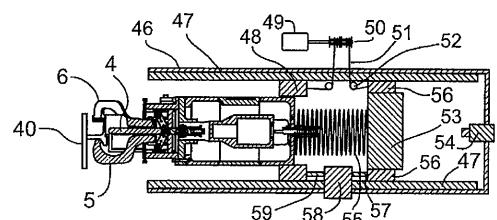
【図12】



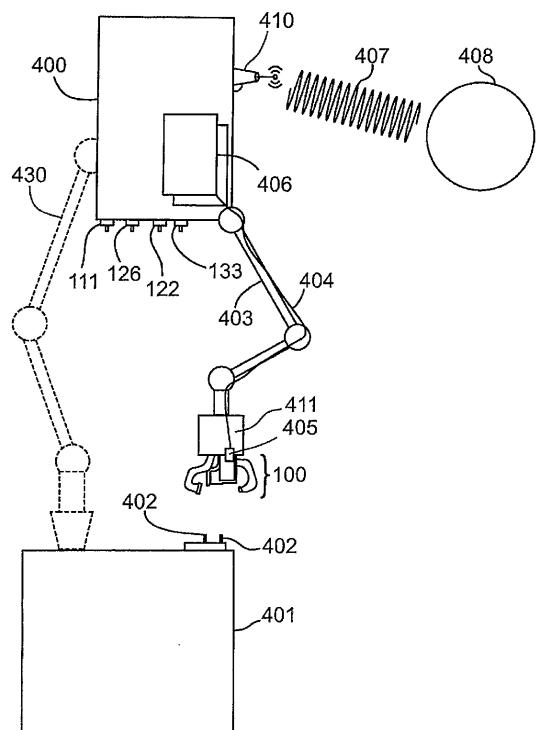
【図13】



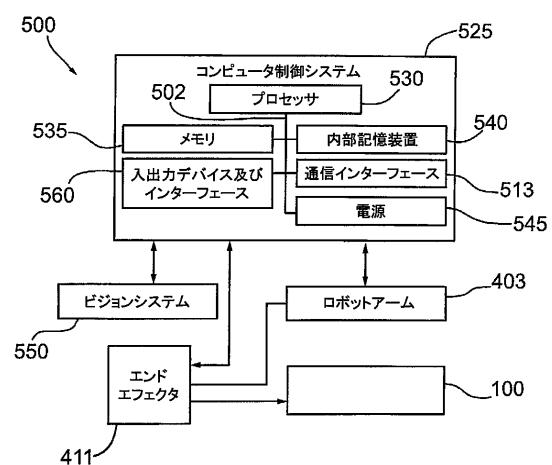
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 ロバーツ, ポール

カナダ国 エル6ピー 1エ-5 オンタリオ, ブランプトン, モルトビー コート 20

(72)発明者 ホワイト, ジェイソン

カナダ国 エム6エス 2エイチ6 オンタリオ, トロント, セント マークス ロード 6

(72)発明者 フィッシャー, スティーブ

カナダ国 エル0ジー 1ティー0 オンタリオ, シヨンバーグ, ドクター ジョーンズ ドライ
ブ 40

(72)発明者 レンバラ, リチャード

カナダ国 エム4ブイ 5ピー6 オンタリオ, トロント, ザ クイーンズウェイ 56-113

審査官 畑津 圭介

(56)参考文献 特開平04-011600 (JP, A)

特表2009-532252 (JP, A)

米国特許第04845834 (US, A)

特開平03-118300 (JP, A)

特開2004-330943 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64G 1/64

F16B 2/10

F16H 37/12