

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4056925号  
(P4056925)

(45) 発行日 平成20年3月5日(2008.3.5)

(24) 登録日 平成19年12月21日(2007.12.21)

(51) Int. Cl. F 1  
**A 6 1 F 2/54 (2006.01)** A 6 1 F 2/54  
**A 6 1 F 2/60 (2006.01)** A 6 1 F 2/60

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2003-136280 (P2003-136280)  
 (22) 出願日 平成15年5月14日(2003.5.14)  
 (65) 公開番号 特開2004-337307 (P2004-337307A)  
 (43) 公開日 平成16年12月2日(2004.12.2)  
 審査請求日 平成17年7月19日(2005.7.19)

(73) 特許権者 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (73) 特許権者 390001421  
 学校法人早稲田大学  
 東京都新宿区戸塚町1丁目104番地  
 (74) 代理人 100088155  
 弁理士 長谷川 芳樹  
 (74) 代理人 100089978  
 弁理士 塩田 辰也  
 (72) 発明者 多々良 雄大  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工皮膚

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1摩擦係数を有する弾性体からなる第1表皮部と、  
 前記第1摩擦係数より小さい第2摩擦係数を有し、前記第1表皮部の表面に網状に配置される第2表皮部と

を備え、

前記第2表皮部は、接触する物体との接触圧力の増加に応じて前記第1表皮部に沈下することを特徴とする人工皮膚。

【請求項2】

前記第2表皮部が前記第1表皮部の表面に対して突き出している量を調節する調節手段を備えることを特徴とする請求項1に記載する人工皮膚。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ロボットや義肢等の表面を覆う部材として利用される人工皮膚に関する。

【0002】

【従来の技術】

人工皮膚は、ロボットや義肢等の機構部が見えないように、その表面を覆う部材として利用される。特に、ロボットハンドや義手の場合、物体を把持するので、人工皮膚の構造が重要となる。特許文献1には、義手の人工皮膚の把持部位がショア硬度80のポリ塩化ビ

ニル製であることが開示されている。

【0003】

【特許文献1】

特開昭64-15043号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、摩擦特性は、図6に示すように、物体との接触圧力に関係なく摩擦係数が一定であるクーロン摩擦かあるいは接触圧力の増加に応じて摩擦係数が小さくなる凝着摩擦である。しかし、人の皮膚の摩擦特性は、物体を掴むときの接触圧力の増加に応じて摩擦係数が大きくなる傾向にある。というのは、接触圧力が小さい時には指紋の山部しか物体が接

10

触しないが、接触圧力が大きい時には指紋の谷部にも物体が接触し、指紋の谷部に溜まった汗(湿気)の影響により摩擦係数が増加する。したがって、人が実際に物体を掴む場合、物体に対する力(接触圧力)を加減することによって、物体とのスリップをコントロールし、物体をしっかりと掴んだりあるいは物体の動作自在に掴んだりすることができる。

【0005】

しかし、従来的人工皮膚は、特許文献1で開示されている義手のように、単一の材料(単一の摩擦係数)で形成されており、接触圧力が変化しても摩擦係数が変わらない。そのため、ロボットハンドや義手で物体を把持した場合、そのロボットハンド等の表面を覆う人工皮膚の摩擦係数が適切なものでないと、物体を上手く把持できない。例えば、硬くて摩擦係数が小さい材料で人工皮膚が形成されている場合、物体を把持した時に滑りやすく、

20

しっかりと把持できない。また、柔らかくて摩擦係数が大きい材料で人工皮膚が形成されている場合、物体を把持した時に滑りにくく、スリップを伴う操り作業等を行うときには引っ掛かって作業性が悪くなる。

【0006】

そこで、本発明は、人の皮膚特性に近い人工皮膚を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る人工皮膚は、第1摩擦係数を有する弾性体からなる第1表皮部と、第1摩擦係数より小さい第2摩擦係数を有し、第1表皮部の表面に網状に配置される第2表皮部とを備え、第2表皮部は、接触する物体との接触圧力の増加に応じて第1表皮部に沈下する

30

ことを特徴とする。

【0008】

この人工皮膚は、物体との接触圧力が小さい場合、第2表皮部が第1表皮部に沈下する量が0かあるいは少ない。そのため、物体が網状の第2表皮部にのみ接触し、物体との間の摩擦係数が第2摩擦係数により小さい。したがって、人工皮膚と物体との間で滑りやすく、物体の動きを許容した状態で把持することができ、スリップを伴う操り作業等も容易に行うことができる。また、人工皮膚は、物体との接触圧力が大きくなると、第2表皮部が第1表皮部に沈下する量が多くなる。そのため、物体が第1表皮部にも接触し、物体との間の摩擦係数が第1摩擦係数により大きくなる。したがって、人工皮膚と物体との間で滑りにくく、物体をしっかりと把持することができる。つまり、この人工皮膚は、物体との接

40

触圧力が増加すると物体との間の摩擦係数が大きくなり、人の皮膚の摩擦特性に近い摩擦特性を有し、接触圧力によって物体との間のスリップをコントロールすることができる。また、この人工皮膚は、弾性体である第1表皮部の表面に網状の第2表皮部を設けることによって、第1表皮部の強度が向上し、接触圧力が大きくなっても第1表皮部が損壊しにくくなる。

【0009】

本発明の上記人工皮膚は、第2表皮部が第1表皮部の表面に対して突き出している量を調節する調節手段を備える構成としてもよい。

【0010】

この人工皮膚は、調節手段によって第2表皮部が第1表皮部の表面から突き出している量

50

を調節でき、接触圧力に対する摩擦特性を調節することができる。例えば、突き出し量が多い場合、第2表皮部を第1表皮部に沈下させるために大きな接触圧力が必要となり、物体との間の摩擦係数が大きくなりにくくなる。一方、突き出し量が少ない場合、第2表皮部を第1表皮部に沈下させるために小さな接触圧力で可能となり、物体との間の摩擦係数が大きくなりやすい。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明に係る人工皮膚の実施の形態を説明する。

【0012】

本実施の形態では、本発明に係る人工皮膚を、ロボットハンドの表面を覆う人工皮膚に適用する。本実施の形態では、説明を簡単化するために、図中では平面視して略正方形状の人工皮膚で説明するが、実際には、ロボットハンドの全体あるいは物体を把持する部分を覆う大きさと形状を有する。

10

【0013】

図1～図4を参照して、人工皮膚1について説明する。図1は、本実施の形態に係る人工皮膚を表面側から見た斜視図である。図2は、図1の人工皮膚を裏面側から見た斜視図である。図3は、図1の人工皮膚の突き出し量が多い場合の正断面図である。図4は、図1の人工皮膚の突き出し量が少ない場合の正断面図である。

【0014】

人工皮膚1は、ロボットハンドの機構部(図示せず)を覆う部材であり、ロボットハンドの表面を形成する。特に、人工皮膚1は、ロボットハンドが物体を把持する場合にその物体との接触圧力の増加に応じて物体との間の摩擦係数が大きくなる摩擦特性を有している。そのために、人工皮膚1は、第1表皮部2、第2表皮部3、第1ベース4、第2ベース5、固定ねじ6、・・・、調節ねじ7、・・・、固定ピン8、・・・を備えている。なお、本実施の形態では、第1ベース4、第2ベース5、固定ねじ6、・・・及び調節ねじ7、・・・により特許請求の範囲に記載の調節手段を構成している。

20

【0015】

第1表皮部2は、摩擦係数の大きい材料からなる弾性体であり、比較的柔らかい表皮となる。この材料は、例えば、シリコン、ゴム、ウレタンである。第1表皮部2は、物体に対して適度な弾性力を発生させるために、所定の厚さを有する板状である。第1表皮部2は、物体との間の接触圧力が増加するのに応じて第1表皮部2に第2表皮部3が沈下することができる弾性力を有するものとする。第1表皮部2は、第1ベース4に載置され、第1ベース4に接着される。

30

【0016】

第1ベース4は、第1表皮部2と同じ形状であり、所定の厚さを有する板状である。第1ベース4の下方には、第2ベース5が配置される。第2ベース5も、第1表皮部2と同じ形状であり、所定の厚さを有する板状である。

【0017】

第1ベース4は、複数本の固定ねじ6、・・・によって第2ベース5に固定される。固定ねじ6、・・・は、第2ベース5に対して第1ベース4が動かないように、所定の位置に配置される。図2に示す例では、固定ねじ6、・・・によって略正方形を形成するように、4箇所に配置される。第2ベース5には、固定ねじ6、・・・が配置される箇所に、下面から上面まで貫通し、固定ねじ6のねじ頭も収納するねじ孔5a、・・・が各々形成される(図3参照)。また、第1ベース4には、固定ねじ6、・・・が配置される箇所に、下面から中央付近にかけてねじ孔4a、・・・が各々形成される(図3参照)。

40

【0018】

また、複数本の調節ねじ7、・・・によって、第1ベース4の下面と第2ベース5の上面との間の隙間が調節される。調節ねじ7、・・・は、第1ベース4を全体にわたって均等に支えるように、所定の位置に配置される。図2に示す例では、固定ねじ6、・・・の外側の4箇所とその中心に1箇所の計5箇所に配置される。第2ベース5には、調節ねじ7

50

、・・・が配置される箇所に、下面から上面まで貫通するねじ孔5b、・・・が各々形成される(図3参照)。図4に示すように、調節ねじ7、・・・の先端面で第1ベース4の下面を支持しており、調節ねじ7、・・・が第2ベース5の上面から突き出している量によって第1ベース4の下面と第2ベース5の上面との間の隙間を形成する。図3に示すように、調節ねじ7、・・・が第2ベース5の上面から全く突き出していない場合、第1ベース4の下面と第2ベース5の上面とは接触し、第1ベース4の下面と第2ベース5の上面との間の隙間はなくなる。この隙間を調節することによって、第2表皮部3が第1表皮部2の上面に対して突き出している量Xを調節することができる(図3、図4参照)。

【0019】

第2表皮部3は、摩擦係数の小さい材料によって形成され、比較的硬い表皮部分となる。この材料は、例えば、金属、樹脂、綿、麻である。第2表皮部3は、第1表皮部2に沈下可能でありかつ第1表皮部2の全体にわたって均等に配置させるために、網の目が略正方形の網状である(図1参照)。第2表皮部3は、第1表皮部2の上面(表面)及び第1表皮部2、第1ベース4、第2ベース5の側面を全て覆う大きさと形状を有し、その先端部分が第2ベース5の下面に達している(図1、図2参照)。

【0020】

第2表皮部3の先端部分は、多数本の固定ピン8、・・・によって第2ベース5の下面に取り付けられる(図2参照)。そのために、第2表皮部3の先端部分には、固定ピン8、・・・が嵌るピン用リング3a、・・・が設けられている。固定ピン8、・・・は、第2ベース5の下面の外縁部に沿って配置される。第2ベース5には、固定ピン8、・・・が配置される箇所に、下面から中央付近にかけて固定ピン8が嵌合するピン孔5c、・・・が各々形成される(図3参照)。第2表皮部3が第2ベース5に取り付けられた場合、第2表皮部3の網は、所定の張力を有し、第1表皮部2の上面で張った状態となる。この際、調節ねじ7、・・・による調節によって、第2表皮部3の網は、第1表皮部2の上面に対して所定の突き出し量Xを有している。

【0021】

突き出す量Xを調節する場合、まず、固定ねじ6、・・・を緩め、第1ベース4に対して第2ベース5が上下移動できる状態とする。そして、突き出す量Xを多くしたい場合には調節ねじ7、・・・が第2ベース5の上面から突き出す量を少なくしあるいは全くなくし(ひいては、隙間を小さくあるいは全くなくし)(図3参照)、突き出す量Xを少なくしたい場合には調節ねじ7、・・・が第2ベース5の上面から突き出す量を多くする(ひいては、隙間を大きくする)(図4参照)。この際、調節ねじ7、・・・の突き出している量を全て同じにし、全体にわたって隙間を均一にする必要がある。最後に、固定ねじ6、・・・を締め、第1ベース4と第2ベース5との間を固定する。隙間が小さいかあるいは全くない場合、第2表皮部3の網が第1表皮部2に沈下する量が少ないかあるいは全く沈下せず、突き出し量Xが多くなる(図3参照)。一方、隙間が大きい場合、側面が長くなり、第2表皮部3の網が第1表皮部2に食い込む。そのため、沈下する量が多くなり、突き出し量Xが少なくなる(図4参照)。

【0022】

図1～図5を参照して、ロボットハンドに取り付けられた人工皮膚1の作用について説明する。ここでは、突き出し量Xが多い場合と少ない場合について説明する。図5は、図1の人工皮膚の摩擦特性を示す図であり、(a)が突き出し量が多い場合であり、(b)が突き出し量が少ない場合である。

【0023】

突き出し量Xが多い場合について説明する(図3参照)。ロボットハンドが物体を把持するために、その機構部が作動し、人工皮膚1が把持対象の物体に接触し、物体に圧力が加わり始める。人工皮膚1では、まず、第2表皮部3の網にだけ物体が接触する。そのため、人工皮膚1における摩擦係数は、第2表皮部3の小さい摩擦係数となる(図5(a)のA領域)。したがって、物体は、人工皮膚1に対して滑りやすくなっている。この場合、ロボットハンドでは、物体が自由に動くことができ、スリップを伴う操り作業等を行うこ

10

20

30

40

50

とが可能である。

【0024】

ロボットハンドの機構部では、物体に対して圧力を加える。すると、物体と人工皮膚1との接触圧力が増加し、第2表皮部3の網が第1表皮部2に徐々に沈下していく。しかし、突き出し量Xが多いので、人工皮膚1では、第2表皮部3の網が第1表皮部2の上面からまだ突き出ており、第2表皮部3の網のみが物体に接触している状態が続く。そのため、人工皮膚1における摩擦係数は第2表皮部3の小さい摩擦係数のままである(図5(a)のA領域)。

【0025】

ロボットハンドの機構部では、滑りをなくすために、物体に対して更に圧力を加え、物体と人工皮膚1との接触圧力が更に増加し、第2表皮部3の網が第1表皮部2に更に沈下する。すると、人工皮膚1では、第2表皮部3の網だけでなく第1表皮部2も物体に接触し始める。そのため、人工皮膚1における摩擦係数は、第1表皮部2の大きい摩擦係数が徐々に加味され、徐々に大きくなっていく(図5(a)のB領域)。したがって、物体は、人工皮膚1に対して徐々に滑りにくくなっていく。

10

【0026】

最終的に、ロボットハンドの機構部では、物体に対して非常に大きな圧力を加え、物体と人工皮膚1との接触圧力が非常に大きくなり、第2表皮部3の網が第1表皮部2に完全に沈下する。すると、人工皮膚1では、第1表皮部2で物体に殆ど接触している状態あるいは全て接触している状態となる。そのため、人工皮膚1における摩擦係数は、第1表皮部2の大きい摩擦係数の影響により、大きくなる(図5(a)のC領域)。したがって、物体は、人工皮膚1に対して滑らなくなる。この場合、ロボットハンドでは、しっかりと物体を把持することができる。

20

【0027】

図4を参照して、突き出し量Xが少ない場合について説明する。この場合も、ロボットハンドが物体を把持するために、物体に人工皮膚1が接触して圧力が加わり始めると、人工皮膚1では第2表皮部3の網にだけ物体が接触し、人工皮膚1における摩擦係数は第2表皮部3の小さい摩擦係数となる(図5(b)のA領域)。

【0028】

ロボットハンドの機構部では、滑りをなくすために、物体に対して圧力を加える。すると、物体と人工皮膚1との接触圧力が増加し、第2表皮部3の網が第1表皮部2に徐々に沈下していく。突き出し量Xが少ないので、沈下を始めると直ぐに、人工皮膚1では、第2表皮部3の網だけでなく第1表皮部2も物体に接触し始める。そのため、人工皮膚1における摩擦係数は、第1表皮部2の大きい摩擦係数が徐々に加味され、徐々に大きくなっていく(図5(b)のB領域)。したがって、突き出し量Xが多い場合に比べて小さな接触圧力にもかかわらず、物体は人工皮膚1に対して徐々に滑りにくくなっていく。

30

【0029】

ロボットハンドの機構部では、物体に対して更に圧力を加え、物体と人工皮膚1との接触圧力が更に大きくなり、第2表皮部3の網が第1表皮部2に完全に沈下する。すると、人工皮膚1では第1表皮部2が物体に殆ど接触している状態あるいは全て接触している状態となり、人工皮膚1における摩擦係数は大きくなる(図5(b)のC領域)。したがって、突き出し量Xが多い場合に比べて小さな接触圧力にもかかわらず、物体は人工皮膚1に対して滑らなくなる。

40

【0030】

この人工皮膚1は、把持する物体との接触圧力が増加するのに応じて摩擦係数が大きくなり、人の皮膚の摩擦特性に近い摩擦特性となる。そのため、この人工皮膚1を利用して物体を把持する場合、人が実際に物体を持つときのように物体に対する力のかけ加減によってスリップコントロールが可能となり、物体をしっかりと把持したりあるいは物体の動きが可能な状態で把持したり、様々な把持状態が可能となる。

【0031】

50

また、この人工皮膚 1 は、第 2 表皮部 3 の突き出し量 X を調節することができるので、摩擦特性を簡単に変えることができる。この突き出し量 X を調節するための構成も、2 個のベース 4, 5 を 2 重構造とし、そのベース 4, 5 間の隙間を調節するだけの簡単な構成である。このような簡単な構成とできるのは、第 2 表皮部 3 が網で人工皮膚 1 全体を覆っており、人工皮膚 1 の高さを変えるだけで、網全体が第 1 表皮部 2 に食い込むからである。

【0032】

また、人工皮膚 1 は、第 2 表皮部 3 の網で弾性体である第 1 表皮部 2 を完全に覆うことによって、弾性体の強度が増し、接触圧力が大きくなっても第 1 表皮部 2 が損壊するようなことがなくなる。

【0033】

以上、本発明に係る実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されることなく様々な形態で実施される。

【0034】

例えば、本実施の形態では人工皮膚をロボットハンドの表面を覆う部材に適用したが、足裏等のロボットの他の部位あるいは義手や義足等における人の皮膚の摩擦特性に近い摩擦特性を必要とする他の箇所に適用してもよい。

【0035】

また、本実施の形態では第 2 表皮部を略正形状の網の目を有する網としたが、正六角形状等の他の網の目を有する網としてもよい。

【0036】

また、本実施の形態では第 2 表皮部の突き出し量を調節する手段を備える構成としたが、調節手段を備えない構成としてもよい。

【0037】

【発明の効果】

本発明によれば、接触圧力の増加に応じて摩擦係数が大きくなるように構成したので、人工皮膚の摩擦特性が人の皮膚の摩擦特性に近くなり、接触圧力によって物体とのスリップをコントロールできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施の形態に係る人工皮膚を表面側から見た斜視図である。

【図 2】図 1 の人工皮膚を裏面側から見た斜視図である。

【図 3】図 1 の人工皮膚の突き出し量が多い場合の正断面図である。

【図 4】図 1 の人工皮膚の突き出し量が少ない場合の正断面図である。

【図 5】図 1 の人工皮膚の摩擦特性を示す図であり、(a) が突き出し量が多い場合であり、(b) が突き出し量が少ない場合である。

【図 6】一般的な摩擦特性を示す図である。

【符号の説明】

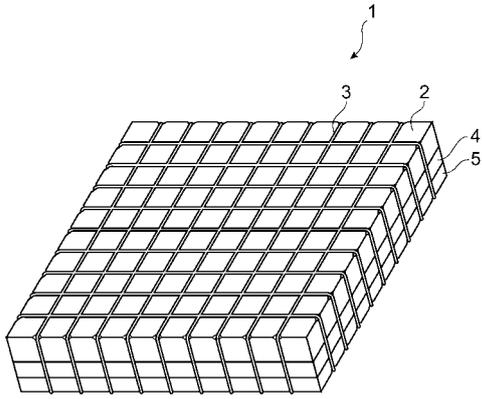
1 ... 人工皮膚、2 ... 第 1 表皮部、3 ... 第 2 表皮部、3 a ... ピン用リング、4 ... 第 1 ベース、4 a ... ねじ孔、5 ... 第 2 ベース、5 a, 5 b ... ねじ孔、5 c ... ピン孔、6 ... 固定ねじ、7 ... 調節ねじ、8 ... 固定ピン

10

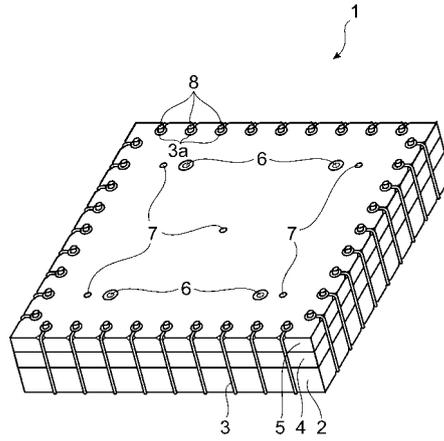
20

30

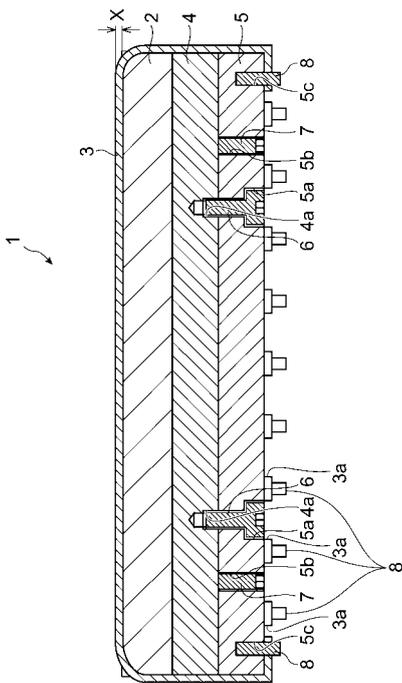
【図 1】



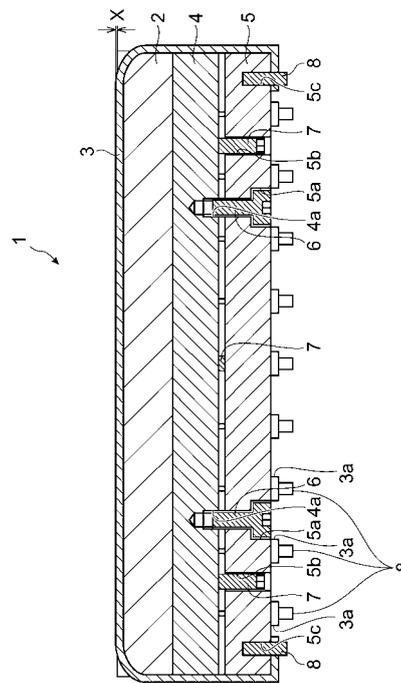
【図 2】



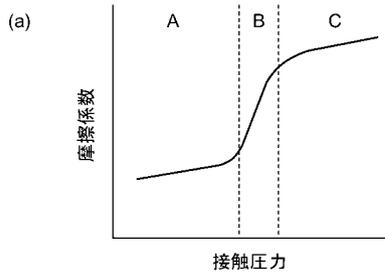
【図 3】



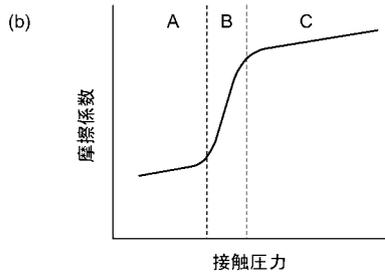
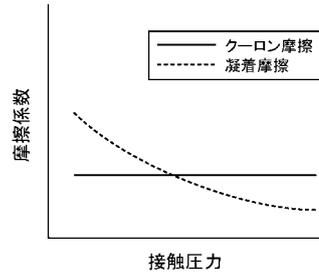
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 海賀 正博  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 林 隆志  
東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部機械工学科内
- (72)発明者 小宮 猛  
東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部機械工学科
- (72)発明者 岩田 浩康  
東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部機械工学科内
- (72)発明者 菅野 重樹  
東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部機械工学科内

審査官 芦原 康裕

- (56)参考文献 特開2001-224611(JP,A)  
特開平01-104257(JP,A)  
特開平11-169390(JP,A)  
特開平10-128870(JP,A)  
特開2004-230041(JP,A)  
特開昭64-2643(JP,A)  
特開平11-169453(JP,A)  
特開2000-167039(JP,A)  
特開2001-104346(JP,A)  
実開平2-136620(JP,U)  
特許第3232311(JP,B2)  
特開平11-9339(JP,A)  
特開昭62-109504(JP,A)  
特開昭62-194854(JP,A)  
特開昭61-275485(JP,A)  
特開平6-197948(JP,A)  
特開平9-155781(JP,A)  
特開昭60-167789(JP,A)  
特開昭58-66687(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61F 2/54  
A61F 2/60  
B25J 15/08