



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201828894 A

(43)公開日：中華民國 107 (2018) 年 08 月 16 日

(21)申請案號：106143208

(22)申請日：中華民國 106 (2017) 年 12 月 08 日

(51)Int. Cl. : *A61F2/08 (2006.01)* *F03G7/06 (2006.01)*

(30)優先權：2016/12/08 美國 62/431,717

2017/02/23 美國 62/462,544

(71)申請人：美商琳得科美國股份有限公司 (美國) LINTEC OF AMERICA, INC. (US)
美國

(72)發明人：利馬 馬西歐 D. LIMA, MARCIO DIAS (US)；楊陽 YANG, YANG (CN)；普拉塔
路易斯 PLATA, LUIS (US)；葛雷羅 瑪利露 GUERRERO, MARILU (US)；黎
富蘭克林 LE, FRANKLIN (US)

(74)代理人：劉法正；尹重君

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：36 項 圖式數：5 共 30 頁

(54)名稱

人工肌肉致動器之改良技術(二)

IMPROVEMENTS IN ARTIFICIAL MUSCLE ACTUATORS

(57)摘要

在一態樣中，一致動器裝置係包括一傳導材料及至少一被併入傳導材料中之熔絲。在第二態樣中，一致動器裝置係包括一人工肌肉纖維及一熱電偶。在第三態樣中，一致動器裝置係包括一人工肌肉及一被置設於人工肌肉的一部分周圍之金屬管，其中金屬管係壓摺以平化且壓縮人工肌肉，結果將肌肉相對於金屬管作固接。在第四態樣中，一致動器裝置係包括一第一纖維；一傳導材料；及一塗覆物，其中塗覆物塗覆第一纖維或傳導材料。

In one aspect, an actuator device includes a conducting material and at least one fuse incorporated into the conducting material. In a second aspect, an actuator device includes an artificial muscle fiber and a thermocouple. In a third aspect, an actuator device includes an artificial muscle and a metal tube disposed around a portion of the artificial muscle, where the metal tube is crimped to flatten and compress the artificial muscle with the result of securing the muscle relative to the metal tube. In a fourth aspect, an actuator device includes a first fiber; a conducting material; and a coating, where the coating coats the first fiber or the conducting material.

指定代表圖：

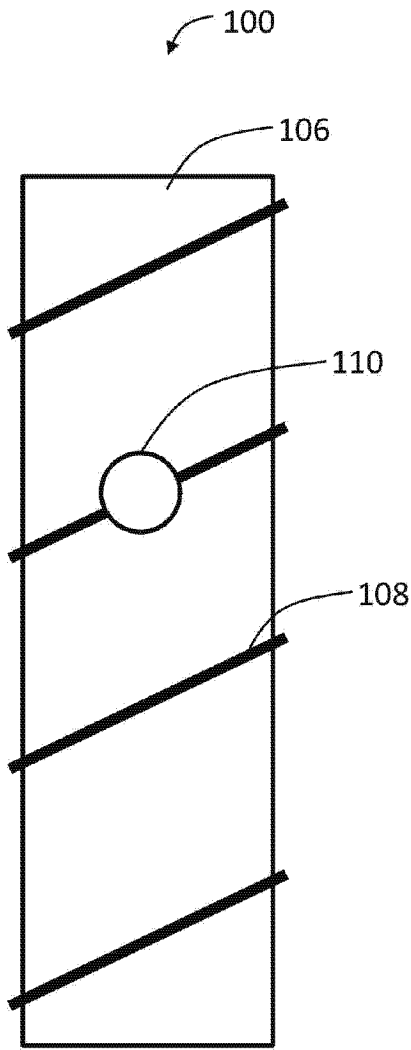
符號簡單說明：

100 . . . 人工肌肉纖維裝置

106 . . . 人工肌肉纖維

108 . . . 傳導材料

110 . . . (傳導)熔絲材料/熔絲



【圖1】

【發明說明書】

【中文發明名稱】

人工肌肉致動器之改良技術(二)

【英文發明名稱】

IMPROVEMENTS IN ARTIFICIAL MUSCLE ACTUATORS

【技術領域】

【0001】交叉參考相關申請案

本申請案係主張依循35 U.S.C. §119(e)對於2016年12月8日提申的美國臨時申請案62/431,717、及2017年2月23日提申的美國臨時申請案62/462,544之優先權，且該等申請案的整體內容以參考方式併入本文。

【0002】本發明係有關於人工肌肉致動器之改良技術。

【先前技術】

【0003】以扭曲聚合性與奈米碳管(CNT)纖維及紗為基礎的熱驅動式扭轉致動器係具有廣泛的應用範圍。包含扭曲及/或線圈狀聚合物的人工肌肉致動器係具有低成本、高產量及設計簡單性之優點。人工肌肉致動器因為大幅簡化工程及較低的生產成本而可具有優於小型馬達之優點。

【發明內容】

【0004】在一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置可包括一傳導材料及至少一併入傳導材料中之熔絲。

【0005】在另一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置

可包括一人工肌肉纖維及一熱電偶。

【0006】在另一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置可包括一人工肌肉及一被置設於人工肌肉的一部分周圍之金屬管，其中金屬管係壓摺以平化且壓縮人工肌肉，使肌肉相對於金屬管作固接。

【0007】在另一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置可包括至少一人工肌肉纖維及奈米碳管紗，其中奈米碳管紗供應電流以致動至少一人工肌肉纖維。

【0008】在另一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置可包括一第一纖維、一傳導材料及一塗覆物，其中塗覆物塗覆第一纖維或傳導材料。

【0009】在另一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置可包括複數個纖維；及一塗覆物，其中塗覆物塗覆複數個纖維中之至少一者。

【0010】在另一態樣中，根據本揭示的一致動器裝置可包括複數個纖維；一傳導材料；及一塗覆物，其中塗覆物塗覆傳導材料。

【0011】將從下文描述及附帶的申請專利範圍得知所請求標的物之其他態樣及優點。

【圖式簡單說明】

【0012】下文將參照附圖描述本揭示的特定實施例，其中類似的代號表示相似的元件。然而應瞭解：附圖係繪示本文所描述的不同實行方式而無意限制本文所述的不同技術之範圍。

【0013】圖1係為根據本文所揭露的一或多個實施例之包繞在一人工肌肉致動器周圍之一線中的一熔絲之示意圖；

【0014】圖2係為根據本文所揭露的一或多個實施例之一人工肌肉致動器中的一自我感測器之示意圖；

【0015】圖3係為根據本文所揭露的一或多個實施例之一人工肌肉致動器中的一熱電偶之示意圖；

【0016】圖4係為根據本文所揭露的一或多個實施例之一人工肌肉致動器中的一夾鉗之示意圖；

【0017】圖5係為根據本文所揭露的一或多個實施例之一人工肌肉致動器中的一塗覆物之示意圖。

【實施方式】

【0018】在本發明的實施例之下列詳細描述中，提出許多特定細節以供更徹底瞭解本發明。然而，一般熟悉該技藝者將瞭解：本發明可以在不具有這些細節下實行。在其他案例中，並未詳述熟知的形貌體以免使描述變得不必要地複雜。

【0019】現在將參照附圖來詳述本揭示的實施例。不同圖中類似的元件係可以相似代號表示以求一致。並且，一般熟悉該技藝者將瞭解：本文所揭露的實施例可以在不具有所提供的特別細節下實行，以容許更徹底瞭解所請求之標的物。尚且，一般熟悉該技藝者將易於知道附圖中的元件尺度可變動而不脫離本揭示的範圍。

【0020】一般而言，本發明的實施例係有關於人工肌

肉致動器的結構、製造及操作之改良。在本文所揭露的實施例中，致動器係包括熱驅動式的一或多個纖維。在一或多個實施例中，致動器包括一傳導材料，致使致動可係電性刺激。本文所揭露的實施例係針對一用於人工肌肉致動器之熔絲型結構、一用於人工肌肉致動器之熱電偶、用於人工肌肉致動器之電性及機械性接觸件、及用於人工肌肉致動器之塗覆物。一般熟悉該技藝者將瞭解：本文所揭露的實施例係可與其他實施例作組合使用，或併入其他既有的致動器技術中，諸如上文藉由參考所併入者。

【0021】請瞭解除非另行明述，「或」用語係為「包括性或」。在「包括性或」的定義下，請瞭解「A或B」用語係指「單獨A、單獨B、或A與B兩者」。類似地，請瞭解「A、B或C」係指「單獨A、單獨B、單獨C、A與B兩者、A與C兩者、B與C兩者、或A與B與C」。

【0022】根據本文所揭露的實施例，一奈米碳管層係由堆積在彼此頂上的複數個奈米碳管(CNT)片所構成。在一或多個實施例中，複數個CNT片可包含包繞在自身上數次的單片。根據本文所揭露的實施例，此等CNT片可被視為等向性。在一或多個實施例中，這些CNT片在堆積於彼此頂上時變成實質不可分離且不會解開。CNT層在部分實施例中可含有50個CNT片、100個CNT片、或更多。

【0023】人工肌肉裝置亦可稱為片肌肉裝置、複合奈米纖維人工肌肉、複合肌肉裝置、複合致動器、人工肌肉致動器、或類似物。

【0024】複合用語係用來表示CNT片被滲入有一客體致動材料以形成一或多個CNT層，且進一步地，CNT層亦可包括其他材料。例如，材料可包括彈性體(例如以矽氧為基礎的橡膠、聚氨酯、苯乙烯-丁二烯共聚物、天然橡膠、及類似物)、氟化塑膠(例如過氟烷氧基烷烴(PFA)、聚四氟乙烯(PTFE)、氟化乙丙烯(FEP)，及類似物)、芳醯胺、(例如克維拉(Kevlar)、諾邁柯斯(nomex)、及類似物)、環氧樹脂、聚醯亞胺、石蠟蠟、及類似物。

【0025】在本文揭露的實施例中，紗係為一長、連續長度的互鎖纖維。在一CNT紗中，纖維係為CNT，且一核心纖維係為CNT層包繞其周圍之纖維。

【0026】本發明的實施例係包括致動器材料或人工肌肉，其包括當藉由吸收、或藉由其他手段在電性、光子性、熱性、化學性供應動力時將產生扭轉及/或拉張致動之扭紡(twist-spun)奈米纖維紗及扭曲聚合物纖維。本發明的實施例係包括利用線圈狀紗或聚合物纖維且可能為純的(neat)抑或包括一客體(guest)之致動器。

【0027】人工肌肉致動器可為直線狀單絲、編結狀單絲、及線圈狀單絲的形式。

【0028】人工肌肉致動器可位於一陣列的人工肌肉致動器中。

【0029】所使用的人工肌肉係可設計成產生線性動作或旋轉動作。人工肌肉可被扭曲，且其可被盤捲。

【0030】本發明的實施例係可包括致動器材料或人

工肌肉，其包括當藉由電性、光子性、熱性、化學性、藉由吸收、或藉由其他手段被供應動力時將產生扭轉及/或拉張致動之扭紡(twist-spun)奈米纖維紗及扭曲聚合物纖維。產生扭轉致動的人工肌肉可稱為旋轉人工肌肉。產生拉張致動的人工肌肉可稱為線性人工肌肉。在一或多個實施例中，致動器可利用線圈狀紗或聚合物纖維且可能為純的抑或包括一客體(guest)材料，有時稱為一客體。在一或多個實施例中，客體材料可為一客體致動材料。

【0031】在一或多個實施例中，一熔絲型組件可被併入一人工肌肉致動器中。易言之，一構件可被併入人工肌肉致動器中以避免災難性失效。在一或多個實施例中，如圖1所示，包含一人工肌肉纖維106之一人工肌肉纖維裝置100、亦稱為人工肌肉致動器係可包括傳導材料108，其中傳導材料108的一部分可以一熔絲材料110取代。熔絲材料110可設計成在一特定溫度或在抵達人工肌肉纖維106的玻璃轉變溫度之前熔化並停止電流流動。在此等實施例中，人工肌肉纖維106可維持其形狀，但其他方面則可為非功能性。亦即，人工肌肉纖維106可能以一受控制方式失效、而非災難性失效。人工肌肉纖維106可隨後被更換。藉由更換，併入有人工肌肉之裝置再度可操作。如圖1所代表，傳導材料可為一金屬線。然而，亦可使用其他傳導材料，且傳導材料的形狀及相對於人工肌肉纖維的定位亦可能有差異。

【0032】根據一或多個實施例，熔絲110可由常見的

銲接合金、或適合一具有低於人工肌肉纖維106者的熔化溫度之熔絲的任何材料所構成。可使用於一熔絲中的常見銲料合金係包括錫與鉛的合金，及無鉛合金包括下列各項目中的一者抑或多者：錫、銅、銀、鉍、銦、鋅、銻、鍺、鎳或類似物。例如，熔絲材料可能在一特定溫度很快熔化，及/或以一所施加電流快速加熱。可對於供人工肌肉致動纖維所使用的材料之耐熱性(heat tolerance)來選擇熔絲材料。例如，可在一擁有較高融點的熔絲中使用具有較高玻璃轉變溫度的人工肌肉材料。擁有較低玻璃轉變溫度的人工肌肉材料可具有一擁有較低融點的熔絲。

【0033】根據本文揭露的實施例，熔絲材料可以多種方式被添加至人工肌肉。例如，捲繞在一人工肌肉纖維106周圍之傳導材料108的一段係可以一傳導熔絲材料110取代。根據本文揭露的實施例，傳導材料108可以一液滴、一完整塗覆物、或一線被併入。熔絲材料亦可被併入人工肌肉纖維106的製造中。例如，一傳導線108係可用來作為傳導材料並捲繞在人工肌肉纖維周圍，但一段人工肌肉纖維長度除外。熔絲材料可隨後放置在此件的人工肌肉纖維處。一般熟悉該技藝者將瞭解：根據本文揭露的實施例，多重的熔絲可被併入一人工肌肉致動裝置中。

【0034】在一或多個實施例中，熔絲110可由一可重新硬化的材料構成。在此等實施例中，材料在硬性時可為電傳導性，俾使人工肌肉纖維在熔絲燒毀後並未呈現不可使用。在一實施例中，可採用一用以困留熔絲材料之構件，

俾當熔絲材料熔化時使其保留相同位置且不流走。熔絲材料在未熔化時可為電性傳導。例如，根據本文揭露的實施例，係可使用由鍍料構成之一熔絲，其具有用以包封熔絲材料之一呈現較高融點的非傳導材料。在此等實施例中，熔絲係可熔化，而失去傳導性，但仍保留其位置，因為溫度下降時，熔絲可重新硬化並再次變成傳導性。

【0035】 在一或多個實施例中，可採用不熔化且不被破壞之一類型熔絲材料。此材料/裝置可設計成當超過一特定溫度時則有效地防止電流流動，但當溫度落到低於閾值溫度時則可重獲其傳導性。

【0036】 如圖2所示，在一或多個實施例中，人工肌肉致動器200可包括一系列的電子組件(未顯示)，其自我感測人工肌肉致動器是否已經燒毀一熔絲210。電子組件可包括一感測器220。電子組件可隨後警示使用者注意人工肌肉致動器200具有一燒毀的熔絲210。使用者可隨後依所欲更換人工肌肉致動器或是一或多個人工肌肉纖維。在一或多個實施例中，電子組件可監測人工肌肉致動器200的溫度。電子組件可監測流過包繞在人工肌肉纖維206周圍的傳導線208之電流。

【0037】 包含扭曲及/或線圈狀聚合物的人工肌肉係具有低成本、高產量及設計簡單性之優點。迄今，人工肌肉係需要電子系統來管理人工肌肉纖維的溫度，以防止災難性失效。若電子系統失效或為非所欲，則無法適足地防止肌肉纖維由於意外過熱而失效。可能由於預期外的環境

條件、例如高環境溫度而招致過度的熱量，或者其可能由於電子組件失效而造成過多電流流過人工肌肉所致。對於需要不發生此災難性失效之應用，可在人工肌肉纖維本身內生成一構件以避免災難性失效。

【0038】在一或多個實施例中，人工肌肉材料可包括聚合性異向性纖維、CNT紗、或任何其他的適當材料。在一或多個實施例中，人工肌肉致動器可包含一扭曲成一線圈狀形狀的耐綸纖維，其中小金屬線捲繞在耐綸周圍以提供電傳導性。有利地，耐綸係相對豐產且低價。其他材料可能因為擁有較大致動速度、承受較高溫的能力、較大耐久度與精密度、還有其他特質而為所欲具有。這些材料可包括聚合物、或其他材料。

【0039】小金屬線可包含銅、不銹鋼、鎢、或類似物。在一或多個實施例中，藉由將在人工肌肉材料兩端施加一電壓所供應的熱來致動人工肌肉致動器。其他加熱技術可包括感應加熱。對於感應加熱，將需要使傳導性材料完全為熔絲材料製成，俾使其將在一特定溫度熔化，且整體停止傳導電力。

【0040】在一或多個實施例中，熔絲可由可回復式熔絲材料構成。亦即，熔絲可包含一可重新硬化且為電傳導性的材料，俾使人工肌肉纖維在熔絲被致動後並未呈現不可使用。

【0041】在一或多個實施例中，如圖3所示，一人工肌肉致動器300可包含一熱電偶325以監測致動器300或一

人工肌肉纖維306的溫度，包括致動期間。在一或多個實施例中，一傳導材料308可在一電流通過時引發人工肌肉致動器300的致動而產生熱量。在一或多個實施例中，傳導材料308可為包繞在一或多個人工肌肉纖維306周圍之一小金屬線。根據本文揭露的一或多個實施例，熱電偶325可防止人工肌肉致動器300達到一可能造成損害之溫度。一人工肌肉致動器300的範例可包括一機械性蓄積器、或彈射器型致動器裝置。在一機械性蓄積器致動器中，一人工肌肉可被致動、但藉由一門鎖機構防止其作旋轉性抑或平移性移動。

【0042】 在一或多個實施例中，熱電偶可被併入據以引發致動之構件中。例如，若致動器為電性驅動式，則熱電偶可被併入整體電性系統中。在這些實施例中，熱電偶可被整合至致動器的操作中，諸如一反饋機構或一特定以溫度為基礎的應用中。

【0043】 在一或多個實施例中，一熱電偶可被插入一束的人工肌肉纖維中以測量溫度。有利地，熱電偶可併有一電子系統，以防止肌肉達到一可能如前述造成損害的溫度。

【0044】 本發明的一或多個實施例係針對將機械性及電性接觸件併入人工肌肉纖維致動器中。

【0045】 在一或多個實施例中，致動器可包括一傳導材料，致使致動可係電性刺激。此傳導材料可被併入一束人工肌肉纖維中，而塗覆個別纖維、或其一組合。

【0046】人工肌肉相對於其尺寸與質量而言係施加大力。一或多個實施例可包含一用以將人工肌肉固接至機械性接觸件、並提供耐久的電性接觸之構件。

【0047】在一或多個實施例中，可使用一夾鉗將肌肉纖維在一束中機械性固持在一起、且同時提供電性接觸件。在部分實施例中，機械性接觸件可被設置成實體附接至一用以固持肌肉纖維之裝置。在一或多個實施例中，可施加一金塗覆物，以連同金塗覆物的添加來提供一增強的電性與機械性接觸。

【0048】亦稱為人工肌肉致動器的人工肌肉係可相對於其尺寸及質量而言施加大力。係需要設計出一用以將人工肌肉固接至機械性接觸件及提供對於人工肌肉的耐久電性接觸件之構件。

【0049】現今既有之用以將人工肌肉固接至機械性接觸件及使其設有電性接觸件之構件，係蒙受隨時間經過而劣化且喪失電性及/或機械性接觸。機械性劣化及失效的一常見範例係為一螺絲隨時間經過及反覆應力而使自身解螺。此外，由於用來固持人工肌肉的框架因人工肌肉纖維所施的高應力而可能隨時間經過歪曲，人工肌肉係可能變成鬆弛。

【0050】與一人工肌肉的電性接觸件亦可能隨時間經過而劣化及/或失效。作為一範例，鋅料易於在反覆應力與應變下破壞，而造成電性接觸件的失效。

【0051】此外，金屬線無法可靠地承受反覆的撓曲應

力。業界中的一種常見解決方案係為延伸金屬線的長度，藉此減小各點所必須彎曲的角度。然而，此途徑對於人工肌肉而言不可接受，因為人工肌肉致動器優於馬達的主要優點之一即在於其小纖維狀維度。長的金屬線將使那些維度增大。

【0052】 在一或多個實施例中，CNT紗可不受到來自反覆應力的顯著損害。因此，CNT紗可能是在將電流供應至肌肉纖維及可能地供應電性接觸中(若從機械性接觸件提供壓力)取代金屬線所欲具有的。在一或多個實施例中，傳導性材料可被塗覆於肌肉上、或插入一完全由CNT紗構成的肌肉束中。

【0053】 在一或多個實施例中，金的一塗覆物可被施敷至一機械性接觸件。金塗覆物可改良機械性接觸件的傳導性及電性接觸。

【0054】 在一或多個實施例中，可使用一或多個夾鉗以將肌肉纖維在一束中固持在一起，並同時提供電性接觸件。若夾鉗被物理性附接至用以固持肌肉纖維之裝置，亦可提供機械性接觸件。

【0055】 螺絲可初始地提供適足的機械性壓縮以將人工肌肉纖維固持就位。然而，隨時間經過及從人工肌肉的反覆致動，螺絲將鬆弛。

【0056】 一用以提供穩固的機械性及電性接觸之常見工業方法係為彈簧與一基板的一組合。可使用一彈簧將肌肉纖維的一分段壓縮至一基板。基板亦可運作作為一電

性接觸件。雖然此組合可能比螺絲選項更為耐久，其卻受到增高的材積(bulk)與複雜度。

【0057】在一或多個實施例中，另一人工肌肉可取代彈簧與基板方法中的彈簧。若用以固接第一人工肌肉之機械性接觸件鬆弛，則第二肌肉可被致動以增加壓力並固接第一肌肉。

【0058】如圖4所示，在一或多個實施例中，一用以將機械性與電性接觸件固接至一人工肌肉406之方法係可包含將一小金屬管430配合在人工肌肉406的端點周圍以及將管430壓摺使人工肌肉406平化與壓縮並緊密地固接肌肉。有利地，該方法係簡單且有效。在一或多個實施例中，金屬管430可被穩固地固接至肌肉406上，而非其他任何東西。金屬管可由一夾鉗440或用以固接一人工肌肉之任一上述其他方法而被固接至一基材(未顯示)。並且，可藉由放鬆夾鉗及調整人工肌肉的相對定向，來調整人工肌肉的定向。

【0059】缺乏保護層的人工聚合物肌肉係暴露於環境。例如，耐綸，一種特別有用的人工肌肉材料係可能在有水出現時易受到劣化。隨時間經過，耐綸人工肌肉纖維可能在此等環境中失效。並且，耐綸可能對於電磁輻射的暴露具有敏感性。為了保護人工肌肉纖維，若施加一塗料物至纖維表面上可能係為有利。

【0060】一般而言，一或多個實施例係有關於一人工肌肉中的一薄塗覆物，以保護人工肌肉，且在部分實例中，

增強人工肌肉的性質。在本文揭露的實施例中，致動器可包括被熱驅動的一或多個纖維。在一或多個實施例中，致動器可包括一傳導材料，致使致動可係電性刺激。易言之，所施加的一電壓或電流可提供所需要的溫度變化以供致動。塗覆層的實施例係可保護人工肌肉纖維，並可改良所產生的人工肌肉或致動器之特徵。

【0061】 例如，在一或多個實施例中，可施加一黑色塗覆物俾使人工肌肉或致動器易於吸收輻射。此輻射可能在致動器的功能中作使用。在一或多個實施例中，可選擇一適合與生物材料密切地互動之塗覆物。

【0062】 作為另一範例，在一或多個實施例中，塗覆物可為反射性。一反射性肌肉可能夠維持暴露於日光而不過於發熱高於周遭環境的溫度。

【0063】 在一或多個實施例中，一塗覆物可為熱傳導性。在此等實施例中，塗覆物可能能夠使熱量更易從人工肌肉纖維消除，其可改良行程效率(stroke efficiency)並可能防止纖維中的任何缺陷斑區(defective spots)過度地負載熱量。此等「熱斑區(hot spots)」可能係由沿著人工肌肉纖維長度具有瑕疵之人工肌肉或致動器中的一導體材料所造成。若未解決此等熱斑區，則沿著該段的聚合物纖維將有過熱及融化之危險，而導致肌肉失效。

【0064】 在一或多個實施例中，塗覆材料可設計成對於人工肌肉纖維給予新性質。在一或多個實施例中，塗覆材料可設計成保護人工肌肉不受到環境條件。在部分實施

例中，塗覆物可用來保護導體材料及/或保護聚合物纖維。

【0065】 在一或多實施例中，塗覆物可為多功能性。例如，塗覆物可設計成增強熱性性質，提供黏著或降低摩擦，以及保護其不受到周遭環境、或併入至周遭環境中。本發明的實施例係可包括多功能性塗覆物，其可對於上述特徵的任何組合作工程設計，依據人工肌肉致動器的特定應用而定。

【0066】 在一或多個實施例中，係可選擇塗覆物以與生物材料作良好交互作用，使得人工肌肉對於在人體被併入裝置中係為有用。在這些實施例中，必須小心確保具有適足的散熱，以防止對於生物材料的焚燒損害。

【0067】 在一或多個實施例中，塗覆物可提供導體材料的電氣絕緣及/或保護聚合物纖維。在包括用以形成人工肌肉(或致動器)的一束人工肌肉纖維之人工肌肉中，此等實施例可能有用。

【0068】 在一或多個實施例中，塗覆物可設計成降低表面摩擦。在包括用以形成人工肌肉(或致動器)的一束纖維之人工肌肉中，此等實施例亦可能有用。例如，作為一塗覆物材料之聚對二甲苯的低表面張力係可能增大在一束內的肌肉纖維之間的滑移。在生成較緊密束的較小纖維中，此等實施例可能為有用。

【0069】 在一或多個實施例中，塗覆物可能設計成提供相對於環境之保護。例如，水氣保護、UV輻射保護、氧化保護、鹽溶液保護、及/或高溫保護。包括一或多個金

屬線之人工肌肉或致動器的實施例係可因鹽保護而有利。包括高溫保護的實施例亦可保護外部環境不受到傳導材料的高溫，及/或保護肌肉纖維不受到外部溫度的驟然變化。本發明的實施例可將肌肉的顏色調整成黑色，以增大熱輻射的發射，其可提高肌肉的效率。

【0070】在一或多個實施例中，經塗覆的人工肌肉纖維之結構可能與一真實肌纖維者之相似處係在於：具有一保護層，其塗覆用以構成人工肌肉的各肌肉纖維。在一或多個實施例中，保護性塗覆物亦可為一層，其塗覆整體人工肌肉或致動器。在一或多個實施例中，塗覆物可為均勻、而不具有可讓外部環境直接接觸到人工肌肉纖維之穿刺或缺陷。

【0071】如圖5所示，一人工肌肉或致動器500可包括一被併入作為導體材料之金屬線508。在此等實施例中，使保護性塗覆物570完全地覆蓋金屬線508可能係為有利。亦可能需使金屬線不會從用以構成人工肌肉或致動器500之人工肌肉纖維506的一表面分離。在塗覆程序期間，必須小心不使金屬線508與人工肌肉纖維506的表面呈絕緣。此絕緣可能負面地影響人工肌肉纖維506的效能。

【0072】在一或多個實施例中，一選擇性聚氨酯塗覆物係可被使用在人工肌肉或致動器中所包括的金屬線上。例如，可以一對於塗覆肌肉纖維及線為有用的聚合物，來預處理被併入人工肌肉纖維中的傳導性金屬線。然後，金屬線的聚合物塗覆物可進一步熔化以塗覆、或部份地塗覆

人工肌肉纖維。在此等實施例中，塗覆物主要可積設在靠近金屬線的區域中，而留下聚合物肌肉纖維的有些區域呈現暴露。在保護線同時刻意地留下有些肌肉纖維呈現暴露中，此選擇性塗覆係可能為有用。在一或多個實施例中，選擇性塗覆可與另一塗覆層作組合使用，以對於較靠近傳導線的區域提供較大保護。

【0073】根據本文揭露的一或多個實施例，可對於塗覆物使用不同聚合物，例如聚對二甲苯、聚氨酯、聚乙烯為基礎的聚合物、及氟化聚合物。在一或多個實施例中，塗覆物可為金屬。例如，可使用金、銀、鈦、銅、鎳、及其混合物。在一或多個實施例中，可使用上述金屬的合金、或例如鉻。在一或多個實施例中，被併入人工肌肉中的一金屬線可塗覆有聚氨酯。在一或多個實施例中，線係可被包繞在人工肌肉纖維周圍並被加熱以將聚氨酯融化至肌肉纖維表面。在此等實施例中，可添加更多聚氨酯以完全地塗覆人工肌肉或致動器。在一或多個實施例中，可使用奈米複合物、諸如被散佈在一聚合物中之一聚合物或石墨烯中的奈米結構式黏土作為一塗覆材料。此等實施例對於傳導熱量及確保妥當的散熱而言可能為有利。

【0074】一般而言，用以沉積塗覆物的程序係可包括濺鍍、電鍍、化學氣相沉積(CVD)、以溶液為基礎的沉積、及用以產生一膜或塗覆物的其他技術，如該技藝所習知。因為塗覆物在扭曲及/或盤捲程序中可能受損，在人工肌肉纖維已被扭曲及/或盤捲之後可能需要予以塗覆。然而，部

分實施例可在扭曲/盤捲程序之前被塗覆。例如，塗有銀的耐綸係可被使用在人工肌肉製造中，以提供一在扭曲/盤捲程序前被併入的塗覆物。

【0075】 在一或多個實施例中，可使用一塗有聚氨酯的金屬線作為人工肌肉或致動器中的一導體。該線上的聚氨酯可進一步熔化，使得聚氨酯覆蓋住人工肌肉纖維的至少一部分。根據一或多個實施例，相同或不同材料的另一塗覆物後續可被施敷在人工肌肉纖維的表面上。

【0076】 雖然本揭示已經僅就有限數量的實施例作描述，熟悉從本揭示獲益的技藝者將瞭解：可設計出不同的其他實施例而不脫離本發明的範圍。為此，本發明的範圍應僅受限於附帶的申請專利範圍。

【符號說明】

【0077】

100…人工肌肉纖維裝置

106, 206, 306, 506…人工肌肉纖維

108, 308…傳導材料

110…(傳導)熔絲材料/熔絲

200…人工肌肉致動器

208…傳導線

210…熔絲

220…感測器

300…(人工肌肉)致動器

325…熱電偶

406…(人工)肌肉

430…(金屬)管

440…夾鉗

500…致動器

508…金屬線

570…保護性塗覆物



201828894

【發明摘要】

【中文發明名稱】

人工肌肉致動器之改良技術(二)

【英文發明名稱】

IMPROVEMENTS IN ARTIFICIAL MUSCLE ACTUATORS

【中文】

在一態樣中，一致動器裝置係包括一傳導材料及至少一被併入傳導材料中之熔絲。在第二態樣中，一致動器裝置係包括一人工肌肉纖維及一熱電偶。在第三態樣中，一致動器裝置係包括一人工肌肉及一被置設於人工肌肉的一部分周圍之金屬管，其中金屬管係壓摺以平化且壓縮人工肌肉，結果將肌肉相對於金屬管作固接。在第四態樣中，一致動器裝置係包括一第一纖維；一傳導材料；及一塗覆物，其中塗覆物塗覆第一纖維或傳導材料。

【英文】

In one aspect, an actuator device includes a conducting material and at least one fuse incorporated into the conducting material. In a second aspect, an actuator device includes an artificial muscle fiber and a thermocouple. In a third aspect, an actuator device includes an artificial muscle and a metal tube disposed around a portion of the artificial muscle, where the metal tube is crimped to flatten and compress the artificial muscle with the result of securing the muscle relative to the metal tube. In a fourth aspect, an actuator device includes a first fiber; a conducting material; and a coating, where the coating coats the first fiber or the conducting material.

【指定代表圖】 圖 1

【代表圖之符號簡單說明】

100…人工肌肉纖維裝置

106…人工肌肉纖維

108…傳導材料

110…(傳導)熔絲材料/熔絲

【特徵化學式】

(無)

【發明申請專利範圍】

【第1項】 一種致動器裝置，其包含：

一傳導材料；及

併入該傳導材料中之至少一熔絲。

【第2項】 如請求項1之致動器裝置，其中該至少一熔絲在一特定溫度以上的溫度下停止電流流動。

【第3項】 如請求項1之致動器裝置，其中該特定溫度係低於致動裝置的一纖維之一玻璃轉變溫度。

【第4項】 如請求項1之致動器裝置，其進一步包含一系列的電子組件，該系列的電子組件判定該致動裝置是否已經燒毀該至少一熔絲。

【第5項】 如請求項1之致動器裝置，其中在該溫度已經超過該特定溫度之後，該熔絲於該溫度降至低於該特定溫度時恢復電流流動。

【第6項】 如請求項1之致動器裝置，其中該熔絲包含一在該特定溫度熔化之材料。

【第7項】 如請求項5之致動器裝置，其中在該溫度已經超過該特定溫度之後，該熔絲於該溫度降至低於該特定溫度時重新硬化。

【第8項】 一種致動器裝置，其包含：

一人工肌肉纖維；及

一熱電偶。

【第9項】 如請求項8之致動器裝置，其中該熱電偶係被併入一用以控制人工肌肉致動器裝置之電性系統中。

【第10項】一種致動器裝置，其包含：

一人工肌肉；及

一置設於該人工肌肉的一部分周圍之金屬管，

其中該金屬管係壓摺以平化且壓縮該人工肌肉，使該肌肉相對於該金屬管作固接。

【第11項】如請求項10之致動器裝置，其中該金屬管被固接至一基材。

【第12項】如請求項11之致動器裝置，其中一被置設於該金屬管周圍且予以穩固地固持之夾鉗，係為用以將該金屬管固接至該基材之構件。

【第13項】一種致動器裝置，其包含：

至少一人工肌肉纖維；及

奈米碳管紗，

其中該奈米碳管紗供應電流以致動該至少一人工肌肉纖維。

【第14項】如請求項13之致動器裝置，其中該至少一人工肌肉纖維的各者係由奈米碳管紗所構成。

【第15項】一種致動器裝置，其包含：

一第一纖維；

一傳導材料；及

一塗覆物，其中該塗覆物塗覆該第一纖維或該傳導材料。

【第16項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物提供水氣保護。

【第17項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物提供紫外光(UV)保護。

【第18項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物防止氧化。

【第19項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為熱絕緣。

【第20項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為熱傳導。

【第21項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物保護該第一纖維及該傳導材料不暴露於鹽(saline)。

【第22項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為一黑色塗覆物。

【第23項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為生物相容性。

【第24項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為電氣絕緣。

【第25項】如請求項15之致動器裝置，其中該第一纖維包含複數個纖維，且該等複數個纖維中的至少一者被該塗覆物所包圍。

【第26項】如請求項25之致動器裝置，其中該等複數個纖維全部被該塗覆物所包圍。

【第27項】如請求項26之致動器裝置，其中該塗覆物降低該等複數個纖維之間的表面摩擦。

【第28項】如請求項25之致動器裝置，其進一步包含

一第二塗覆物，該第二塗覆物包圍該等複數個纖維。

【第29項】如請求項15之致動器裝置，其中該傳導材料係為一金屬線，且該塗覆物包圍該金屬線。

【第30項】如請求項29之致動器裝置，其中該第一纖維包含複數個纖維。

【第31項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物提供該傳導材料與該第一纖維之間的黏著。

【第32項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物包括下列材料中的至少一者：聚對二甲苯、聚氨酯、金、銀、鈦、銅、鎳、鉻、一聚合物中的奈米結構式黏土、散佈於一聚合物中的石墨烯、及氟化聚合物。

【第33項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為多功能性。

【第34項】如請求項15之致動器裝置，其中該塗覆物為反射性。

【第35項】一種致動器裝置，其包含：

複數個纖維；及

一塗覆物，其中該塗覆物塗覆該等複數個纖維中的至少一者。

【第36項】一種致動器裝置，其包含：

複數個纖維；

一傳導材料；及

一塗覆物，其中該塗覆物塗覆該傳導材料。

