



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I481872 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：099106035

(22)申請日：中華民國 99 (2010) 年 03 月 02 日

(51)Int. Cl. : G01P3/14 (2006.01)

(30)優先權：2009/03/02 芬蘭 20095201

2009/09/02 芬蘭 20095903

(71)申請人：村田電子有限公司 (芬蘭) MURATA ELECTRONICS OY (FI)
芬蘭

(72)發明人：布隆基斯 安西 BLOMQVIST, ANSSI (FI)；羅希奧 亞科 RUOHIO, JAAKKO (FI)

(74)代理人：戴俊彥；吳豐任

(56)參考文獻：

TW 200521439A JP 9-119942

US 7043985B2 US 2008/0282833A1

審查人員：張力仁

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：5 共 22 頁

(54)名稱

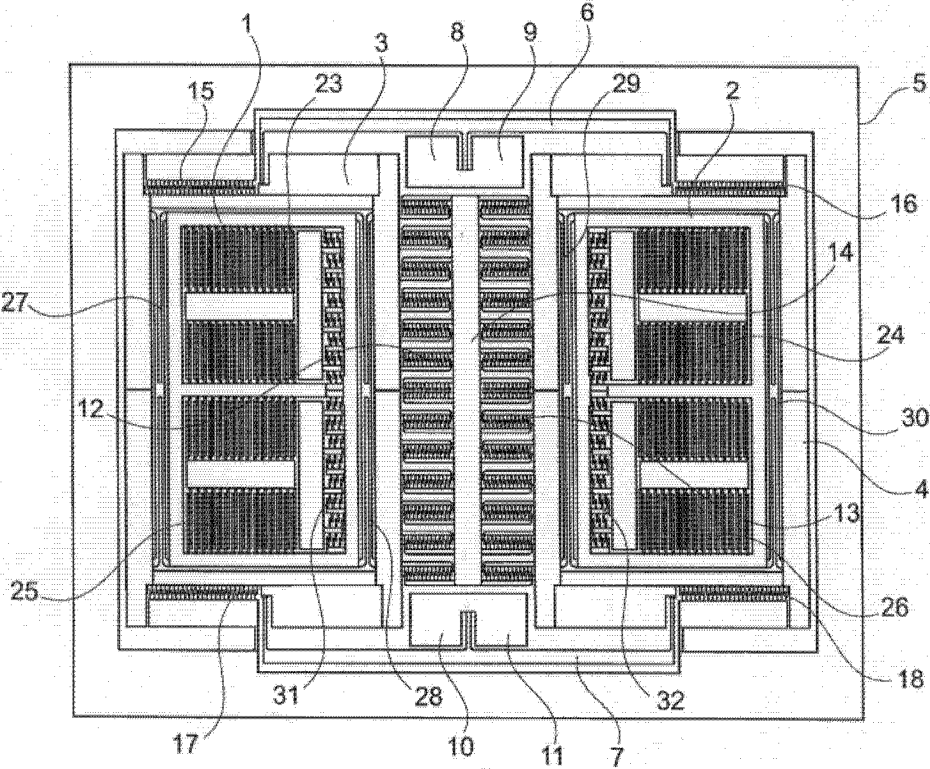
微機械振動式角速度感測器

VIBRATING MICRO-MECHANICAL SENSOR OF ANGULAR VELOCITY

(57)摘要

本發明係關於一種用於測量角速度的量測裝置，尤指一種微機械振動式角速度感測器。本發明之角速度感測器至少包括兩感振的質量塊結構、兩激振結構、以及兩耦合翹翹板型彈簧。本發明之目的之一係針對小型微機械振動式角速度感測器解決方案，提供一種改善的感測器結構，用以實現高效率且可靠的量測。

The invention relates to measuring devices used for measuring angular velocity, and more precisely, to vibrating micro-mechanical sensors of angular velocity. The sensor of angular velocity according to the invention comprises at least two seismic mass structures, two excitation structures, and two coupling seesaw type springs. The objective of the invention is to provide an improved sensor structure, which enables reliable measuring with good efficiency particularly in small vibrating micro-mechanical angular velocity sensor solutions.



第1圖

- 1、2 . . . 質量塊結構
- 3、4 . . . 激振結構
- 5 . . . 框架
- 6、7 . . . 耦合翹翹板型彈簧
- 8~11 . . . 錨固點
- 12、13 . . . 激振梳狀結構
- 14 . . . 錨固結構
- 15~18 . . . 檢測梳狀結構
- 23~26 . . . 電容式梳狀結構
- 27~30 . . . 第二彈簧
- 31、32 . . . 相差運動補償梳狀結構

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種用於測量角速度的量測裝置，尤指一種微機械振動式角速度感測器。本發明之目的之一係針對小型微機械振動式角速度感測器解決方案，提供一種改善的感測器結構，用以實現高效率且可靠的量測。

【先前技術】

利用一振動式角速度感測器進行量測，已被證實是一種具有簡單概念且可靠的角速度測量方法。振動式角速度感測器具有一特定且已知之主運動量(primary motion)，且此主運動量會維持在振動式角速度感測器內，而欲量測的運動量會被視為主運動量的一偏差值，並且被感測器所檢測出。

角速度感測器所需具備的主要特徵係抗震動和抗衝擊。特別是在高規格的應用中，例如汽車產業的駕駛控制系統，其規格要求非常嚴格。即使是一短暫的衝擊，譬如像一塊石頭導致的外部衝擊，或汽車音響造成的振動，也不應該影響角速度感測器的輸出。

振動式角速度感測器最常用的運作原則係所謂的音叉原則(tuning fork principle)。根據音叉原則，主要運動量係兩個線性諧振器(亦可稱為質量塊)在共同的軸線上，以相反相位振動之振動量，

而外部角速度會在垂直於諧振器之運動方向上影響感測器，導致兩質量塊受到相反方向的科氏力(Coriolis force)。

直接透過質量塊，或者是透過連接在同一旋轉軸之質量塊，可檢測出與角速度成正比的科氏力，藉此檢測到的運動量係在角速度軸方向上的角振動量(angular vibration)。然而，檢測到的角振動量容易受到外部機械式干擾。

不可避免地，在振動和衝擊等事件中，由於材料和底部結構的振動，角加速度亦產生於角速度感測器之檢測軸(detection axis)上而干擾諧振器的檢測，進而導致角速度感測器之輸出信號產生偏差，尤其是當干擾頻率接近感測器的工作頻率。

先前技術提出了數個感測器方案用以補償干擾信號。此類感測器通常藉由使用所謂的差分檢測(differential detection)，藉以實現具有對外部機械式干擾低敏感度的一感測器結構。舉例來說，美國專利號 US 6,705,164 揭露了一種感測器方案，其中並排設置的兩個感振的質量塊位在同一平面上且在同一方向上以相反相位線性振動。據此，兩質量塊共同具有檢測諧振軸(detection resonator axis)，並且此檢測諧振軸係垂直於兩質量塊之主運動量方向。

在差分檢測中，檢測諧振器的重力中心具有一個共同的運動軸，藉此使其對外部機械式擾動不敏感。兩質量塊之差分檢測可抵

銷外部線性加速度，且在共用檢測軸的特殊情況下，由於一傳統音叉式陀螺儀之角加速度的敏感度係正比於檢測諧振器軸之間的距離，兩質量塊之差分檢測亦抵銷角加速度。

因此，相較於例如傳統的音叉，根據所謂的反向音叉原則(reversed tuning fork principle)所實現的角速度感測器，能更可靠地在搖晃的情況下操作。然而，反向音叉原則的最大缺點係主運動量容易遭受外部干擾。

在上述美國專利號 US 6,705,164 的結構中，耦合的線性諧振器在共同相位下，比在相反相位下更容易移動。因此，雖然差分檢測在一定程度上緩和其導致的信號，但由於質量塊實體上彼此分離，沿主軸的線性加速度可以很容易擾亂感測器的運作。

一個比差分檢測更好的補償機械式擾動之解決方案，係所謂的雙差分檢測(dual differential detection)。此種習知的感測器解決方案係於美國專利號 US 6,122,961 中揭露。美國專利號 US 6,122,961 的第 3 圖提出了一種雙差音叉(dual differential tuning fork)結構，其亦具有上述平行質量塊之反向音叉原則。

在美國專利號 US 6,122,961 中，四個質量塊耦合在一起，構成一種雙差分音叉結構。其中，根據音叉原則，兩對差分質量塊平行地以相反相位振動。據此，此習知結構包括兩個相反相位之反向音

叉。

事實上，對於一平面上線性運動，雙差分音叉是最可靠的角速度感測器結構。然而，它的最大缺點是極其複雜且體積大的彈簧結構。此外激振結構(excitation structure)亦難以設計，並且佔據了很多空間。

在一個良好的角速度感測器之設計中，另一個重大的挑戰是靜電驅動之電容串擾(capacitive crosstalk)，特別是針對科里奧利(Coriolis)檢測。在主運動量之驅動信號與質量塊之速度同相位的狀況下，串擾信號常可在與科里奧利信號同相位下準確地被觀察到。這將造成感測器的零點數值的擾動，且感測器的零點數值的擾動與驅動信號的振幅相關，進而導致了取決於例如溫度的誤差。

習知用以解決這個問題的解決方案是所謂的載波檢測(carrier detection)。在載波檢測中，一交流電壓，即載波，係施加於被測量的電容上。在此安排下，可變的電容係用以調變(modulate)前置放大器的輸出信號之振幅，且透過解調(demodulate)載波，得到取決於電容的一個電壓。之後，電容串擾所導致的干擾信號將被調變而從載波頻率的訊號波段中移除。

然而，載波檢測使角速度感測器中已經相當複雜的電路更加複雜，進而導致電路成本與尺寸的增加，且損害其可靠性。在差分科

里奧利檢測(differential Coriolis detection)中，電容式感測元件可使雜散電容(stray capacitances)所導致的驅動信號之串擾(crosstalk)盡可能徹底地被抵銷，故此設計事實上仍具有其價值。

本發明之目的之一在於實現一種適合於小尺寸且抗干擾的振動式角速度感測器結構，藉此能以可靠的方式測量垂直於平面(surface plane)之角速度。

【發明內容】

本發明的目的之一在於提供一種改進的振動式角速度感測器，用以使垂直於平面之角速度的量測，具有可靠性與良好的表現，特別是在小型振動式角速度感測器的解決方案中。並且，相較於使用兩質量塊的先前技術，本發明顯著地非常不容易受到機械式干擾。

本發明之一較佳實施例提供一種微機械振動式角速度感測器。此微機械振動式角速度感測器包括至少兩個感振的質量塊結構、兩激振結構、以及兩耦合蹺蹺板型第一彈簧。其中，兩感振的質量塊結構係分開設置，且兩激振結構透過複數個第二彈簧支撐兩感振的質量塊結構。再者，複數個錨固點透過兩耦合蹺蹺板型第一彈簧，在兩激振結構之至少一端處支撐兩激振結構。

較佳地，耦合蹺蹺板型第一彈簧之設置，允許一彈簧之硬性的支撐結構在平面上以一固定軸旋轉。另外，兩耦合蹺蹺板型第一彈

簧之設置，使包括至少兩感振的質量塊結構之兩激振結構在平面上以相反相位振動。此外，兩激振結構之運動路徑形成在相反方向上的兩個平行並排的弧線。

較佳地，角速度感測器另包括兩激振梳狀結構，且兩激振梳狀結構係設置於包括兩感振的質量塊結構的兩激振結構之間。再者，置於中央的一錨固結構係用以支撐兩激振梳狀結構。

較佳地，角速度感測器另包括相差運動補償梳狀結構，設置於包括兩感振的質量塊結構的兩激振結構之間。再者，角速度感測器另包括檢測梳狀結構，適用於主運動量之差分檢測。此外，角速度感測器另包括科里奧利檢測梳狀結構，適用於角速度所導致的科里奧利運動之雙差分檢測。

【實施方式】

為使熟習本發明所屬技術領域之一般技藝者能更進一步了解本發明，下文特列舉本發明之數個較佳實施例，並配合所附圖式，詳細說明本發明的構成內容及所欲達成之功效。

第 1 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器的功能結構示意圖。根據本發明所繪示之微機械振動式角速度感測器包括分隔設置之兩質量塊結構(mass structures)1、2，其中激振結構(excitation structures)3、4 藉由第二彈簧 27~30 支撐質量塊結構 1、2。再者，

感測器邊緣的框架(frame)5 之錨固點(anchoring points)8~11 係藉由耦合翹翹板型第一彈簧(coupling seesaw type springs)6、7 支撐激振結構 3、4。

本發明之微機械振動式角速度感測器，另包括檢測梳狀結構(亦可稱為電容式梳狀結構)23~26 與激振梳狀結構(excitation comb structures)12、13。其中，感振的質量塊結構 1、2 係用以支撐檢測梳狀結構 23~26，並且激振梳狀結構 12、13 連接至激振結構 3、4。激振梳狀結構 12、13 係設置於具有質量塊結構 1、2 的兩激振結構 3、4 之間，並且位於中央的一錨固結構(anchoring structure)14 係用以支撐激振梳狀結構 12、13。

本發明之微機械振動式角速度感測器，另包括利用錨固點 21、22 支撐的電容式激振運動檢測梳狀結構(capacitive excitation motion detecting comb structures)17、18，且包括相差運動補償梳狀結構(quadrature motion compensation comb structures)31、32。

在本發明之微機械振動式角速度感測器中，藉由一共模信號，透過相反的激振梳狀結構 12、13，靜電式激振出主運動量，且透過檢測梳狀結構差分檢測其主運動量。

本發明之微機械振動式角速度感測器，包括兩個分隔設置之感振的質量塊結構 1、2。其中，藉由激振結構 3、4 以及耦合翹翹板

型第一彈簧 6、7，質量塊結構 1、2 懸掛至固定在感測器的表面及/或底部之錨固點 8~11 上。

本發明耦合翹翹板型第一彈簧(亦可稱為耦合彈簧)6，7 之設計，允許硬性(stiff)的支撐結構在平面(surface plane)上以一固定軸旋轉。據此，耦合翹翹板型第一彈簧(亦可稱為主運動量之懸置裝置)6、7 使感振的質量塊結構 1、2 之激振結構 3、4 在平面上以相反相位振動。激振結構 3、4 之運動路徑形成在相反方向上的兩個平行並排的弧線。

本發明之微機械振動式角速度感測器中，感振的質量塊結構 1、2 懸掛至激振結構 3、4。據此，第二彈簧(亦可稱為懸置裝置)27~30 使質量塊的主運動量，能在平面上產生由柯氏力造成的一偏差值。在垂直於激振方向之一方向上的檢測梳狀結構 15~18 能檢測此偏差值，其中檢測梳狀結構 15~18 檢測在質量塊結構 1、2 之相反方向上的表面上的偏差值。

第 2 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器一替代實施例的功能結構示意圖。根據此替代實施例的的微機械振動式角速度感測器包括分隔設置之兩質量塊結構，其中激振結構藉由第二彈簧係用以支撐質量塊結構。再者，感測器之錨固點係藉由耦合翹翹板型第一彈簧支撐激振結構。本發明此替代實施例的微機械振動式角速度感測器，另包括電容式梳狀結構與激振梳狀結構。其中，激振

結構係用以支撐電容式梳狀結構，並且激振梳狀結構連接至激振結構。激振梳狀結構係設置於具有質量塊結構的兩激振結構之間，並且位於中央的一錨固結構係用以支撐激振梳狀結構。本發明此替代實施例的微機械振動式角速度感測器，另包括電容式激振運動檢測梳狀結構以及相差運動補償梳狀結構。

在本發明此替代實施例的微機械振動式角速度感測器中，除了耦合翹翹板型第一彈簧之外，感測器之錨固點係透過主運動維度彈簧(primary motion dimensioning springs)支撐激振結構。

因此，本發明此替代實施例的微機械振動式角速度感測器可強化激振結構之懸置狀態，並且能藉由個別的主運動維度彈簧，調整主運動量之共振頻率以及曲率半徑。

第 3 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器的一第二替代實施例的功能結構示意圖。根據本發明所繪示第二替代實施例的微機械振動式角速度感測器包括分隔設置之兩質量塊結構，其中激振結構藉由第二彈簧支撐質量塊結構。再者，感測器之錨固點藉由耦合翹翹板型第一彈簧支撐激振結構。本發明第二替代實施例的微機械振動式角速度感測器，另包括電容式梳狀結構與激振梳狀結構。其中，激振結構係用以支撐電容式梳狀結構，並且激振梳狀結構連接至激振結構。激振梳狀結構係設置於具有質量塊結構的兩激振結構之間，並且位於中央的一錨固結構係用以支撐激振梳狀結構。

構。本發明第二替代實施例的微機械振動式角速度感測器，另包括電容式激振運動檢測梳狀結構以及相差運動補償梳狀結構。

在本發明第二替代實施例的微機械振動式角速度感測器中，除了耦合翹翹板型彈簧之外，感測器之錨固點透過主運動維度彈簧支撐激振結構。再者，感測器邊緣的框架係透過第二主運動維度彈簧(second primary motion dimensioning springs)支撐激振結構。

因此，本發明第二替代實施例的微機械振動式角速度感測器可強化激振結構之懸置狀態，並且能藉由個別的主運動維度彈簧，調整主運動量之共振頻率以及曲率半徑。

在本發明第二替代實施例的微機械振動式角速度感測器中，除了耦合翹翹板型第一彈簧之外，感測器之四個角落透過主運動維度彈簧支撐激振結構。據此，主運動量之曲率半徑增加至幾乎無窮大，並且使在平面上的主運動量限制為實質上線性的運動量。

第 4 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器的一第三替代實施例的功能結構示意圖。根據本發明所繪示第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器包括分隔設置之兩質量塊結構，其中激振結構藉由第二彈簧支撐質量塊結構。再者，感測器之錨固點藉由耦合翹翹板型第一彈簧支撐激振結構。本發明第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器，另包括電容式梳狀結構與激振梳狀結

構。其中，激振結構係用以支撐電容式梳狀結構，並且激振梳狀結構連接至激振結構。激振梳狀結構係設置於具有感振的質量塊結構的兩激振結構之間，並且位於中央的一錨固結構係用以支撐激振梳狀結構。本發明第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器，另包括電容式激振運動檢測梳狀結構以及相差運動補償梳狀結構。

在本發明第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器中，除了耦合翹翹板型第一彈簧之外，感測器之錨固點透過主運動維度彈簧支撐激振結構。再者，感測器邊緣的框架透過第二主運動維度彈簧支撐激振結構。因此，本發明第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器可強化激振結構之懸置狀態，並且能藉由個別的主運動維度彈簧，調整主運動量之共振頻率以及曲率半徑。

在本發明第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器中，除了耦合翹翹板型第一彈簧之外，感測器之四個角落透過第二主運動維度彈簧支撐激振結構。據此，主運動量之曲率半徑增加至幾乎無窮大，並且使在平面上的主運動量限制為實質上線性的運動量。

在本發明第三替代實施例的微機械振動式角速度感測器中，激振結構進一步藉由彈簧結構支撐雙差分檢測梳結構(dual differential detection comb structures)。

在本發明之解決方案中，具有一端點的一主運動量激振結構係

設置於感振的質量塊結構之間。在本發明之解決方案中，科氏力檢測結構係差動的(differential)，並且對稱地設置在感測器元件遠離激振結構的兩側。再者，科氏力檢測結構係固定在感測器元件兩側的框架上，且盡可能地接近在一起。此外，相差信號補償結構係設置在激振結構與檢測結構之間，且盡可能地對稱。據此，將可盡可能地避免雜散電容所導致的激振信號串擾(excitation signal crosstalk)影響檢測，並且激振信號串擾將在差分檢測中抵銷。

根據本發明之一實施例，感測器結構包括一個共模驅動梳狀結構(common-mode drive combs structure)，且其連接到兩質量塊之間的一個驅動結構。本發明之一實施例的感測器結構，另包括設置在質量塊內的一個對稱雙差分感測梳狀結構(symmetrical double-differential sense comb)。再者，一框架作為一激振框架結構，用以實現激振結構。本發明之一實施例的感測器結構，另包括一個封閉的框架結構。

除了上述所述之結構外，可在本發明的範圍內進行修改，進而根據本發明提出兩軸的角速度感測器。

以上所述僅為本發明之較佳實施例，凡依本發明申請專利範圍所做之均等變化與修飾，皆應屬本發明之涵蓋範圍。

【圖式簡單說明】

第 1 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器的功能結構示意圖。

第 2 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器一替代實施例的功能結構示意圖。

第 3 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器的一第二替代實施例的功能結構示意圖。

第 4 圖繪示了本發明之微機械振動式角速度感測器的一第三替代實施例的功能結構示意圖。

第 5 圖繪示了本發明未具有次要耦合效應(secondary coupling)之一詳細實施例。

【主要元件符號說明】

1、2	質量塊結構	3、4	激振結構
5	框架	6、7	耦合翹翹板型第一彈簧
8~11	錨固點	12、13	激振梳狀結構
14	錨固結構	15~18、23~26	檢測梳狀結構
27~30	第二彈簧	31、32	相差運動補償梳狀結構

發明專利說明書

公告本

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：99106035

※申請日：99.3.2

※IPC 分類：G01P 3/4 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

微機械振動式角速度感測器/Vibrating Micro-mechanical Sensor of
Angular Velocity

二、中文發明摘要：

本發明係關於一種用於測量角速度的量測裝置，尤指一種微機械振動式角速度感測器。本發明之角速度感測器至少包括兩感振的質量塊結構、兩激振結構、以及兩耦合翹翹板型彈簧。本發明之目的之一係針對小型微機械振動式角速度感測器解決方案，提供一種改善的感測器結構，用以實現高效率且可靠的量測。

三、英文發明摘要：

The invention relates to measuring devices used for measuring angular velocity, and more precisely, to vibrating micro-mechanical sensors of angular velocity. The sensor of angular velocity according to the invention comprises at least two seismic mass structures, two excitation structures, and two coupling seesaw type springs. The objective of the invention is to provide an improved sensor structure, which enables reliable measuring with good efficiency particularly in small vibrating micro-mechanical angular velocity sensor solutions.

七、申請專利範圍：

1. 一種微機械振動式角速度感測器，包括：
複數個錨固點；
至少兩激振結構(excitation structures)，連接於複數個第一彈簧且
被該等第一彈簧所支撐，其中該等第一彈簧連接於該等錨固
點；以及
至少兩感振的質量塊結構(seismic mass structure)，互相分開設
置，該等質量塊結構分別透過複數個第二彈簧而連接於該等
激振結構並受該等激振結構所支撐；
其中該等第一彈簧的至少其中一者為一耦合翹翹板型彈簧，其以
硬性(stiff)支撐結構方式耦合於該至少兩激振結構，以在一平面
(surface plane)上以垂直於該平面的一固定軸旋轉，以使該等激振
結構在該平面上以平行相反相位振動，並且該平行相反相位振動
之其中一個該激振結構之一運動路徑與另一個該激振結構之一
運動路徑於該平面形成兩個平行並排的弧線或直線。
2. 如請求項第 1 項所述之微機械振動式角速度感測器，其特徵在
於，該微機械振動式角速度感測器另包括兩激振梳狀結構
(excitation comb structures)，且該兩激振梳狀結構係設置於包括該
兩感振的質量塊結構的該兩激振結構之間。
3. 如請求項第 2 項所述之微機械振動式角速度感測器，其特徵在

於，該微機械振動式角速度感測器另包括設置於中央的一錨固結構(anchoring structure)，用以支撐該兩激振梳狀結構。

4. 如請求項第 1 項至第 3 項任一項所述之微機械振動式角速度感測器，其特徵在於，該微機械振動式角速度感測器另包括兩相差運動補償梳狀結構(quadrature motion compensation comb structures)，設置於具有該兩感振的質量塊結構的該兩激振結構之間。
5. 如請求項第 1 項至第 4 項任一項所述之微機械振動式角速度感測器，其特徵在於，該微機械振動式角速度感測器另包括複數個檢測梳狀結構(detection comb structures)，且該等檢測梳狀結構之設置係用以實行角速度所導致的科氏力(Coriolis force)之雙差分檢測。

八、圖式：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1、2	質量塊結構	3、4	激振結構
5	框架	6、7	耦合翹翹板型彈簧
8~11	錨固點	12、13	激振梳狀結構
14	錨固結構	15~18	檢測梳狀結構
23~26	電容式梳狀結構	27~30	第二彈簧
31、32	相差運動補償梳狀結構		

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無