



(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 201627685 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 01 日

(21) 申請案號：104102814

(22) 申請日：中華民國 104 (2015) 年 01 月 28 日

(51) Int. Cl. : **G01R33/028 (2006.01)**(71) 申請人：國立交通大學 (中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)
新竹市大學路 1001 號

(72) 發明人：溫瓊岸 WEN, KUEI ANN (TW) ; 張嘉峯 CHANG, CHIA FENG (TW)

(74) 代理人：陳昭誠

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：12 項 圖式數：6 共 28 頁

(54) 名稱

磁力計

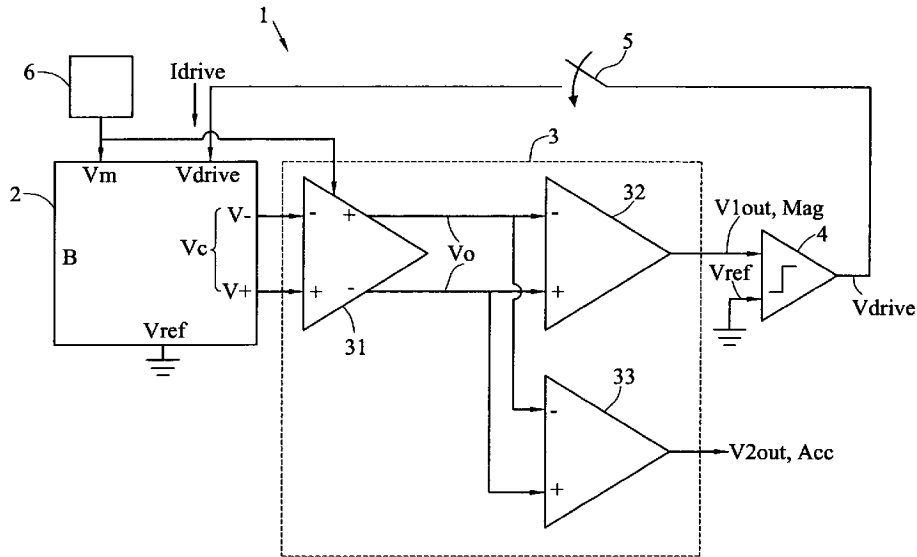
MAGNETOMETER

(57) 摘要

一種磁力計包括偵測器、轉換電路以及振動驅動器。偵測器係具有二第一電極與一懸浮於二第一電極之間的質量塊。轉換電路係連接偵測器，以當質量塊產生位移變化時，令二第一電極輸出偵測器所測得之偵測信號，以供轉換電路將偵測信號轉換為電壓信號，俾自電壓信號中擷取出加速度信號。振動驅動器係分別連接偵測器與轉換電路，俾當振動驅動器依據電壓信號產生及傳送振動驅動信號至偵測器時，令振動驅動信號之電流驅動質量塊產生振動，以供轉換電路自電壓信號中擷取出磁場信號。藉此，本發明之磁力計能偵測並輸出磁場信號與加速度信號。

A magnetometer comprises a detector, a conversion circuit and a vibration actuator. The detector has two electrodes and a mass suspended between the two electrodes. The conversion circuit is connected with the detector. When the mass produces displacement variation, the two electrodes output detection signal detected by the detector. The conversion circuit transforms the detection signal into voltage signal and captures acceleration signal from the voltage signal. The vibration actuator connects separately with the detector and the conversion circuit. When the vibration actuator produces and transmits vibration driving signal to the detector based on the voltage signal, current of the vibration driving signal drives the mass to produce vibration, and the conversion circuit captures magnetic signal from the voltage signal. Thereby, the invention can detect and output magnetic signal and acceleration signal.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

1 . . . 磁力計

2 . . . 偵測器

3 . . . 轉換電路

31 . . . 電容電壓轉換器

32 . . . 帶通濾波放大器

33 . . . 低通濾波放大器

4 . . . 振動驅動器

5 . . . 開關元件

6 . . . 時脈信號產生器

Acc . . . 加速度信號

B . . . 磁場強度

Idrive . . . 電流

Mag . . . 磁場信號

V1out . . . 第一輸出電壓信號

V2out . . . 第二輸出電壓信號

Vc . . . 偵測信號

Vdrive . . . 振動驅動信號

Vm . . . 取樣頻率信號

Vo . . . 電壓信號

Vref . . . 參考電壓信號

V+, V- . . . 差動對信號

201627685

發明摘要

※申請案號：104102814

※申請日：104. 1. 28

※IPC分類：

G01R 33/028 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

磁力計

MAGNETOMETER

【中文】

一種磁力計包括偵測器、轉換電路以及振動驅動器。偵測器係具有二第一電極與一懸浮於二第一電極之間的質量塊。轉換電路係連接偵測器，以當質量塊產生位移變化時，令二第一電極輸出偵測器所測得之偵測信號，以供轉換電路將偵測信號轉換為電壓信號，俾自電壓信號中擷取出加速度信號。振動驅動器係分別連接偵測器與轉換電路，俾當振動驅動器依據電壓信號產生及傳送振動驅動信號至偵測器時，令振動驅動信號之電流驅動質量塊產生振動，以供轉換電路自電壓信號中擷取出磁場信號。藉此，本發明之磁力計能偵測並輸出磁場信號與加速度信號。

【英文】

A magnetometer comprises a detector, a conversion circuit and a vibration actuator. The detector has two electrodes and a mass suspended between the two electrodes. The conversion circuit is connected with the detector. When the mass produces displacement variation, the two electrodes output detection signal detected by the detector. The conversion circuit transforms the detection signal into voltage signal and captures acceleration signal from the voltage signal. The vibration actuator connects separately with the detector and the conversion circuit. When the vibration actuator produces and transmits vibration driving signal to the detector based on the voltage signal, current of the vibration driving signal drives the mass to produce vibration, and the conversion circuit captures magnetic signal from the voltage signal. Thereby, the invention can detect and output magnetic signal and acceleration signal.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

1	磁力計
2	偵測器
3	轉換電路
31	電容電壓轉換器
32	帶通濾波放大器
33	低通濾波放大器
4	振動驅動器
5	開關元件
6	時脈信號產生器
Acc	加速度信號
B	磁場強度
Idrive	電流
Mag	磁場信號
V1out	第一輸出電壓信號
V2out	第二輸出電壓信號
Vc	偵測信號
Vdrive	振動驅動信號
Vm	取樣頻率信號
Vo	電壓信號
Vref	參考電壓信號
V+, V-	差動對信號

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

本案無化學式。

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

磁力計

MAGNETOMETER

【技術領域】

本發明係關於一種磁力計，特別是指一種能偵測並輸出磁場信號與加速度信號之磁力計。

【先前技術】

現有的磁力計通常使用外接震盪器，該外接震盪器雖可驅動該磁力計之質量塊(mass)在共振頻率下振動，但該外接震盪器的設置不但會提高該磁力計之體積與製作成本，也會增加該磁力計之共振結構之校正難度，主要原因是該磁力計之製程的不穩定性，使得該共振結構之共振頻率發生變化而無法達成一致。因此，該磁力計在使用之前必須經過調校程序，才能使該磁力計在共振頻率下振動，並鎖定在該共振頻率上。

另外，微機電(Micro Electro Mechanical Systems, MEMS)結構之偵測器通常具有高 Q 值(Quality Factor, 品質因數)，卻也表示該偵測器作為震盪器之頻率響應的頻寬相當狹窄。例如，假設該偵測器之共振頻率為 1 kHz(赫茲)且 Q 值為 10k，則該偵測器之頻率響應的頻寬只有 $1\text{k}/10\text{k}=0.1\text{ Hz}$ 。這種特性使得該外接震盪器必須具備高度的頻率穩定性，以便提供數百 ppm(百萬分率)級的穩定性，

但該偵測器之共振頻率之穩定性卻會影響信號之振幅，進而影響該信號之解析度。

此外，應用羅倫茲力(Lorentz force)之磁力計可用以量測加速度係為已知的技術。簡言之，這種磁力計在對質量塊提供定電流時，該電流會與地磁或其他磁場作用以產生羅倫茲力。但是，如果不對該質量塊提供電流，該質量塊在加速度作用下也會產生位移。由於該磁力計具有量測該質量塊之位移量與位移方向的功能，在無羅倫茲力的作用下所測得之位移量與位移方向，即可用來計算該質量塊之加速度。但是，如何控制該磁力計以分別提供磁場與加速度之量測功能，則需要對不同的磁力計提供特殊設計的控制電路。

在現有技術中，為了避免該磁力計受到外力加速度之晃動時，對該磁力計之信號產生干擾而輸出錯誤的數值，需在系統中額外加上一個獨立的加速度計，並透過後端的運算電路將該外力加速度的影響予以扣除而得到正確的輸出信號，以致現有技術無法使用單一微機電結構同時偵測並輸出磁場信號與加速度信號，而額外的加速度計與運算電路亦會增加該磁力計之複雜度及成本。

因此，如何克服上述先前技術之問題，實已成為目前亟欲解決的課題。

【發明內容】

本發明係提供一種磁力計，其能同時偵測並輸出磁場信號與加速度信號。

該磁力計包括：偵測器，係具有二第一電極與一懸浮於該二第一電極之間的質量塊；轉換電路，係連接該偵測器，以當該質量塊產生位移變化時，令該二第一電極輸出該偵測器所測得之偵測信號，以供該轉換電路將該偵測信號轉換為電壓信號，俾自該電壓信號中擷取出加速度信號；以及振動驅動器，係分別連接該偵測器與該轉換電路，俾當該振動驅動器依據該電壓信號產生及傳送振動驅動信號至該偵測器時，令該振動驅動信號之電流驅動該質量塊產生振動，以供該轉換電路自該電壓信號中擷取出磁場信號。

各該第一電極之一側係延伸出複數第一突出單元，該質量塊之二側係分別延伸出複數第二突出單元，且該些第一突出單元係與該些第二突出單元互相交錯排列。又，該二第一電極與該質量塊均各具有至少一金屬層與包覆該金屬層之介電層。該偵測器可具有二第二電極，令各該第二電極透過至少一彈簧連接該質量塊，以使該質量塊懸浮於該二第一電極與該二第二電極之間。

當該質量塊受到羅倫茲力或外力之作用以產生該位移變化時，該偵測器偵測該質量塊與該二第一電極之間的電容變化，俾以該電容變化作為該偵測信號。

該轉換電路可具有電容電壓轉換器以分別連接該二第一電極，俾由該電容電壓轉換器將該偵測信號轉換為該電壓信號。該轉換電路亦可具有帶通濾波放大器，以藉由該帶通濾波放大器自該電壓信號之第一頻段中濾出與放大

該磁場信號，俾以該磁場信號作為第一輸出電壓信號。該轉換電路也可具有低通濾波放大器，以藉由該低通濾波放大器自該電壓信號之第二頻段中濾出與放大該加速度信號，俾以該加速度信號作為第二輸出電壓信號。

該振動驅動器係為比較器，用以比較該轉換電路之第一輸出電壓信號與預定之參考電壓信號以輸出比較結果，俾以該比較結果作為該振動驅動信號。同時，該振動驅動器可將該振動驅動信號之電流傳送至該質量塊，以透過該電流產生羅倫茲力而驅動該質量塊產生振動，且該質量塊之振動頻率等於該質量塊之共振頻率。

該磁力計可包括開關元件，係設置於該振動驅動器之輸出端與該偵測器之第二電極之間、或該轉換電路之輸出端與該振動驅動器之輸入端之間。該磁力計也可包括時脈信號產生器，係分別連接該偵測器與該轉換電路，以提供取樣頻率信號予該偵測器與該轉換電路。

由上述內容可知，本發明之磁力計係主要包括一具有電極與質量塊之偵測器、一轉換電路與一振動驅動器，在該質量塊受力以產生位移變化時，該轉換電路可將該偵測器之偵測信號轉換為電壓信號，以自該電壓信號中擷取出加速度信號，而在該振動驅動器將振動驅動信號傳送至該偵測器時，該質量塊可在共振頻率下產生振動，以自該電壓信號中擷取出磁場信號。

因此，本發明之磁力計無須現有磁力計之外接震盪器，即可於單一微機電結構上同時偵測並輸出磁場信號與

加速度信號，以減少該磁力計之複雜度及成本，亦能使該振動驅動信號與該質量塊產生穩定的共振頻率。

另外，本發明可將該開關元件處於導通(on)狀態，以使該磁力計同時偵測並輸出磁場信號與加速度信號；或者，可將該開關元件處於斷開(off)狀態，以使該振動驅動器停止運作而節省該磁力計之電力，並僅偵測與輸出該加速度信號。

【圖式簡單說明】

第 1 圖係繪示本發明之磁力計之方塊示意圖；

第 2 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計中偵測器之平面示意圖；

第 3A 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計中帶通濾波放大器所輸出之第一輸出電壓信號之暫態模擬分析結果之波形圖；

第 3B 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計中振動驅動器所輸出之振動驅動信號之暫態模擬分析結果之波形圖；

第 4A 圖係繪示本發明第 3A 圖中第一輸出電壓信號於區間 T1 之放大波形圖；

第 4B 圖係繪示本發明第 3B 圖中振動驅動信號於區間 T3 之放大波形圖；

第 5A 圖係繪示本發明第 3A 圖中第一輸出電壓信號於區間 T2 之放大波形圖；

第 5B 圖係繪示本發明第 3B 圖中振動驅動信號於區間 T4 之放大波形圖；以及

第 6 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計中低通濾波放大器、帶通濾波放大器與時脈信號產生器之頻率分佈示意圖。

【實施方式】

以下藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟悉此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地瞭解本發明之其他優點及功效。

須知，本說明書所附圖式所繪示之結構、比例、大小等，均僅用以配合說明書所揭示之內容，以供熟悉此技藝之人士之瞭解與閱讀，並非用以限定本發明可實施之限定條件，故不具技術上之實質意義，任何結構之修飾、比例關係之改變或大小之調整，在不影響本發明所能產生之功效及所能達成之目的下，均應仍落在本發明所揭示之技術內容得能涵蓋之範圍內。

同時，本說明書中所引用之如「一」、「第一」、「第二」及「連接」等用語，亦僅為便於敘述之明瞭，而非用以限定本發明可實施之範圍，其相對關係之改變或調整，在無實質變更技術內容下，當亦視為本發明可實施之範疇。

第 1 圖係繪示本發明之磁力計 1 之方塊示意圖，第 2 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計 1 中偵測器 2 之平面示意圖。如圖所示，磁力計 1 可為自振型磁力計，並主要包括偵測器 2、轉換電路 3 以及振動驅動器 4。

該偵測器 2 可為單一微機電(MEMS)結構，並可用互補式金屬氧化物半導體(Complementary Metal-Oxide-Semiconductor, CMOS)之製程製作之。而且，該偵測器 2 可

具有二第一電極 21(如位移偵測電極)與一懸浮於該二第一電極 21 之間的質量塊 22，該二第一電極 21 係分別鄰近該質量塊 22 之相對二側，如該質量塊 22 之左右二側。

各該第一電極 21 於對應該質量塊 22 之一側係延伸出複數第一突出單元 23，該質量塊 22 之相對二側係分別延伸出複數第二突出單元 24，而該些第一突出單元 23 係與該些第二突出單元 24 互相交錯排列，且該些第一突出單元 23 與該些第二突出單元 24 之形狀可為指狀、梳狀、彎曲狀或各種的形狀。

又，該二第一電極 21 與該質量塊 22 均各具有一金屬層與一包覆該金屬層之介電層(圖中未繪示)，或者該二第一電極 21 與該質量塊 22 均各具有至少二金屬層與至少一形成於該二金屬層之間的介電層，該二第一電極 21 與該質量塊 22 並可用微機電(MEMS)技術或互補式金屬氧化物半導體(CMOS)之製程製作之。

該偵測器 2 可具有二第二電極 25，且該二第二電極 25 係分別位於該質量塊 22 之另外相對二側，如該質量塊 22 之上下二側。而且，各該第二電極 25 係透過至少一(如二)彈簧 26 連接該質量塊 22，以使該質量塊 22 懸浮於該二第一電極 21 與該二第二電極 25 之間。

在本實施例中，第 2 圖之偵測器 2 之第一電極 21、質量塊 22、第二電極 25 與彈簧 26 均由複數金屬層(圖中未繪示)所構成。例如，該些金屬層共有六層金屬層，並由下而上分為第一金屬層至第六金屬層，且該第一金屬層至第六

金屬層可採用 0.18 微米(1poly-6metal)或更先進之半導體製程以形成如互補式金屬氧化物半導體(CMOS)。

同時，該質量塊 22、第二突出單元 24、第二電極 25 與彈簧 26 之第一金屬層至第五金屬層均可透過導電元件互相導通或電性連接，但該質量塊 22、第二突出單元 24、第二電極 25 與彈簧 26 之第六金屬層則不與該第一金屬層至第五金屬層互相導通或電性連接。藉此，取樣頻率信號 V_m 可利用該第一金屬層至第五金屬層依序通過第 2 圖上方之第二電極 25、彈簧 26、質量塊 22 至第二突出單元 24，而電流 I_{drive} (振動驅動信號 V_{drive})則可利用該第六金屬層依序通過第 2 圖上方之第二電極 25、彈簧 26、質量塊 22、下方之彈簧 26 至第二電極 25(參考電壓信號 V_{ref})。另外，該第一電極 21 之第一金屬層至第六金屬層均可透過導電元件互相導通或電性連接。

要說明的是，本發明之偵測器 2 並不以上述之結構為限，該偵測器 2 亦可具有其他的結構，並可為各種具有質量塊與電極的偵測器。

該轉換電路 3 係連接(如耦接或電性連接)該偵測器 2，以當該質量塊 22 受力而於該二第一電極 21 之間產生位移變化時，令該二第一電極 21 輸出該偵測器 2 所測得之偵測信號 V_c ，以供該轉換電路 3 將該偵測信號 V_c 轉換為電壓信號 V_o ，俾自該電壓信號 V_o 中擷取出加速度信號 Acc 。

詳言之，當對該質量塊 22 供給第二方向(如 Y 方向或負 Y 方向)之電流 I_{drive} 時，若該質量塊 22 所受磁場方向

為向第 2 圖之圖面接近之第三方向(如 Z 方向)，受到羅倫茲力 F 的牽引，該質量塊 22 會產生向第一方向(如負 X 方向或 X 方向)的位移。

當該質量塊 22 受到該羅倫茲力 F 或外力之作用，並於該二第一電極 21 之間產生第一方向(如 X 方向)之位移變化時，該偵測器 2 偵測該質量塊 22 與該二第一電極 21 之間的電容變化，俾以該電容變化作為該偵測信號 V_c 。該偵測信號 V_c 係為正弦波，並可為差動對信號 V_+ 及 V_- 。

該振動驅動器 4 係分別連接(如耦接或電性連接)該偵測器 2 與該轉換電路 3，俾當該振動驅動器 4 依據該電壓信號 V_o 產生及傳送振動驅動信號 V_{drive} 至該偵測器 2 時，令該振動驅動信號 V_{drive} 之電流 I_{drive} (如定電流)驅動該質量塊 22 產生振動，以供該轉換電路 3 自該電壓信號 V_o 中擷取出磁場信號 Mag 。

具體而言，該轉換電路 3 可具有電容電壓轉換器 31 以分別連接該偵測器 2 之二第一電極 21，且該電容電壓轉換器 31 可為差動型電容電壓轉換器，並能將該偵測信號 V_c 轉換為該電壓信號 V_o 。

該轉換電路 3 亦可具有帶通濾波放大器 32，以藉由該帶通濾波放大器 32 自該電壓信號 V_o 之第一頻段 F_1 (見第 6 圖)中濾出與放大該磁場信號 Mag ，俾以該磁場信號 Mag 作為第一輸出電壓信號 V_{lout} 。又，該帶通濾波放大器 32 可連接至如運算電路之運算單元(圖中未繪示)，以透過該運算單元自該磁場信號 Mag 中計算出該偵測器 2 所測得之

磁場強度 B 及磁場方向。

該轉換電路 3 也可具有低通濾波放大器 33，以藉由該低通濾波放大器 33 自該電壓信號 V_o 之第二頻段 F_2 (見第 6 圖) 中濾出與放大該加速度信號 Acc ，俾以該加速度信號 Acc 作為第二輸出電壓信號 V_{2out} 。又，該低通濾波放大器 33 同樣可連接至該運算單元，以透過該運算單元自該加速度信號 Acc 中計算出該偵測器 2 所測得之加速度。

該振動驅動器 4 可放大該帶通濾波放大器 32 之第一輸出電壓信號 V_{1out} ，且該振動驅動器 4 可為比較器，用以比較該轉換電路 3 之第一輸出電壓信號 V_{1out} 與預定之參考電壓信號 V_{ref} 以輸出比較結果，俾以該比較結果作為該振動驅動信號 V_{drive} 。該振動驅動器 4 之參考電壓信號 V_{ref} 可為接地電位 (ground) 或非接地電位，且該振動驅動器 4 之參考電壓信號 V_{ref} 等於該偵測器 2 之參考電壓信號 V_{ref} (如接地電位或非接地電位)。

該振動驅動器 4 係將該振動驅動信號 V_{drive} 之電流 I_{drive} 傳送至該質量塊 22，以透過該電流 I_{drive} 產生羅倫茲力 F 而驅動該質量塊 22 產生振動，且該質量塊 22 之振動頻率會等於該質量塊 22 之共振頻率，使得該質量塊 22 於其共振頻率之穩定狀態下持續振動。

該磁力計 1 可包括開關元件 5 (如切換開關或電晶體)，該開關元件 5 係設置於該振動驅動器 4 之輸出端與該偵測器 2 之第二電極 25 之間，亦可設置於該轉換電路 3 之輸出端與該振動驅動器 4 之輸入端之間。而且，該開關

元件 5 可導通或斷開該轉換電路 3 之輸出端、該振動驅動器 4 與該偵測器 2 之第二電極 25 之間的電性信號。

當該開關元件 5 處於導通(on)狀態時，該振動驅動器 4 之振動驅動信號 V_{drive} 會傳送至該偵測器 2 以驅動該質量塊 22 產生振動。反之，當該開關元件 5 處於斷開(off)狀態時，該振動驅動器 4 會停止運作以節省該磁力計 1 之電力，也不會傳送該振動驅動信號 V_{drive} 之電流 I_{drive} 至該偵測器 2。

該磁力計 1 可包括時脈信號產生器 6，該時脈信號產生器 6 係分別連接該偵測器 2 之第二電極 25 與該轉換電路 3 之電容電壓轉換器 31，以提供如第 6 圖之取樣頻率信號 V_m 予該偵測器 2 與該轉換電路 3。

第 3A 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計 1 中帶通濾波放大器 32 所輸出之第一輸出電壓信號 V_{lout} 之暫態模擬分析結果之波形圖，第 3B 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計 1 中振動驅動器 4 所輸出之振動驅動信號 V_{drive} 之暫態模擬分析結果之波形圖。

在第 3A 圖與第 3B 圖之模擬分析中，係將第 1 圖之振動驅動器 4 之參考電壓信號 V_{ref} 設為接地電位，並將輸入磁場設為 $10 \mu T$ (微特斯拉, microtesla)，且將共振頻率設為 5.3 kHz (赫茲)。

第 3A 圖顯示於大約 250 ms (毫秒)之時間點 P 後，該第一輸出電壓信號 V_{lout} 即可達到穩定狀態，而該第一輸出電壓信號 V_{lout} 之振幅為 114 mV (毫伏)且振動頻率等於共

振頻率 5.3 kHz。

第 3B 圖顯示該振動驅動信號 V_{drive} 自 0 ms(毫秒)開始後一段時間內形成正弦波(見第 4B 圖)，且該振動驅動信號 V_{drive} 之振幅於大約 16 ms(毫秒)後進入穩定狀態，以使該振動驅動信號 V_{drive} 之正弦波轉為方波(見第 5B 圖)。

第 4A 圖係繪示本發明第 3A 圖中第一輸出電壓信號 V_{lout} 於區間 T1 之放大波形圖，第 4B 圖係繪示本發明第 3B 圖中振動驅動信號 V_{drive} 於區間 T3 之放大波形圖。

如第 4A 圖與第 4B 圖所示，當該帶通濾波放大器 32 之第一輸出電壓信號 V_{lout} 與該振動驅動器 4 之振動驅動信號 V_{drive} 不是零電位(0 mV)時，該振動驅動信號 V_{drive} 即可驅動該質量塊 22 開始起振，而該振動驅動信號 V_{drive} 之振幅隨著時間逐漸增大，且該振動驅動信號 V_{drive} 之頻率維持在該質量塊 22 之共振頻率(如 5.3 kHz)，使得該質量塊 22 之振動頻率同樣維持在該共振頻率。

第 5A 圖係繪示本發明第 3A 圖中第一輸出電壓信號 V_{lout} 於區間 T2 之放大波形圖，第 5B 圖係繪示本發明第 3B 圖中振動驅動信號 V_{drive} 於區間 T4 之放大波形圖。

如第 5A 圖與第 5B 圖所示，係將輸入磁場於 1 ms(毫秒)內由 10 μ T(微特斯拉)改成 70 μ T，並維持 3 ms 後改回 10 μ T 的過程中所測得之波形變化。

在第 5A 圖中，該第一輸出電壓信號 V_{lout} 之信號強度可正比於該輸入磁場之信號強度，據此證實該磁力計 1 能立即響應所受之輸入磁場之變化。

而在第 5B 圖中，該振動驅動信號 V_{drive} 之振幅與頻率則無變化，並可穩定地提供能產生羅倫茲力 F 所需之電流 I_{drive} ，據此證實該振動驅動信號 V_{drive} 能驅動該質量塊 22 起振，並將該質量塊 22 之振動頻率維持在其共振頻率，進而取得正確的量測結果。

第 6 圖係繪示本發明第 1 圖之磁力計 1 中低通濾波放大器 33、帶通濾波放大器 32 與時脈信號產生器 6 之頻率分佈示意圖。

如第 6 圖與上述第 1 圖所示，依據該磁力計 1 之設計，可利用該低通濾波放大器 33 自該電壓信號 V_o 中濾出該偵測器 2 所測得之加速度信號 Acc ，並利用該帶通濾波放大器 32 自該電壓信號 V_o 中濾出該偵測器 2 所測得之磁場信號 Mag 。

例如，將該低通濾波放大器 33 設為濾除 100 Hz 以上之信號，則該低通濾波放大器 33 可自該電壓信號 V_o 中濾出小於 100 Hz 的加速度信號 Acc 。又，將該帶通濾波放大器 32 設為濾除小於 100 Hz 和大於 6 kHz 之信號，則該帶通濾波放大器 32 可自該電壓信號 V_o 中濾出具有共振頻率 5.3 kHz 之磁場信號 Mag 。在本實施例中，也可設定時脈信號產生器 6 之取樣頻率信號 V_m 為 500 kHz。

由上述內容可知，本發明之磁力計係主要包括一具有電極與質量塊之偵測器、一轉換電路與一振動驅動器，在該質量塊受力以產生位移變化時，該轉換電路可將該偵測器之偵測信號轉換為電壓信號，以自該電壓信號中擷取出

加速度信號，而在該振動驅動器將振動驅動信號傳送至該偵測器時，該質量塊可在共振頻率下產生振動，以自該電壓信號中擷取出磁場信號。

因此，本發明之磁力計無須現有磁力計之外接震盪器，即可於單一微機電結構上同時偵測並輸出磁場信號與加速度信號，以減少該磁力計之複雜度及成本，亦能使該振動驅動信號與該質量塊產生穩定的共振頻率。

另外，本發明可將該開關元件處於導通(on)狀態，以使該磁力計同時偵測並輸出磁場信號與加速度信號；或者，可將該開關元件處於斷開(off)狀態，以使該振動驅動器停止運作而節省該磁力計之電力，並僅偵測與輸出該加速度信號。

上述實施例僅例示性說明本發明之原理、特點及其功效，並非用以限制本發明之可實施範疇，任何熟習此項技藝之人士均可在不違背本發明之精神及範疇下，對上述實施例進行修飾與改變。任何運用本發明所揭示內容而完成之等效改變及修飾，均應為本發明之申請專利範圍所涵蓋。因此，本發明之權利保護範圍，應如申請專利範圍所列。

【符號說明】

1	磁力計
2	偵測器
21	第一電極
22	質量塊

23	第一突出單元
24	第二突出單元
25	第二電極
26	彈簧
3	轉換電路
31	電容電壓轉換器
32	帶通濾波放大器
33	低通濾波放大器
4	振動驅動器
5	開關元件
6	時脈信號產生器
Acc	加速度信號
B	磁場強度
F	羅倫茲力
F1	第一頻段
F2	第二頻段
Idrive	電流
Mag	磁場信號
P	時間點
T1、T2、T3、T4	區間
V1out	第一輸出電壓信號
V2out	第二輸出電壓信號
Vc	偵測信號
Vdrive	振動驅動信號

V_m	取樣頻率信號
V_o	電壓信號
V_{ref}	參考電壓信號
V_+, V_-	差動對信號

申請專利範圍

1. 一種磁力計，其包括：

偵測器，係具有二第一電極與一懸浮於該二第一電極之間的質量塊；

轉換電路，係連接該偵測器，以當該質量塊產生位移變化時，令該二第一電極輸出該偵測器所測得之偵測信號，以供該轉換電路將該偵測信號轉換為電壓信號，俾自該電壓信號中擷取出加速度信號；以及

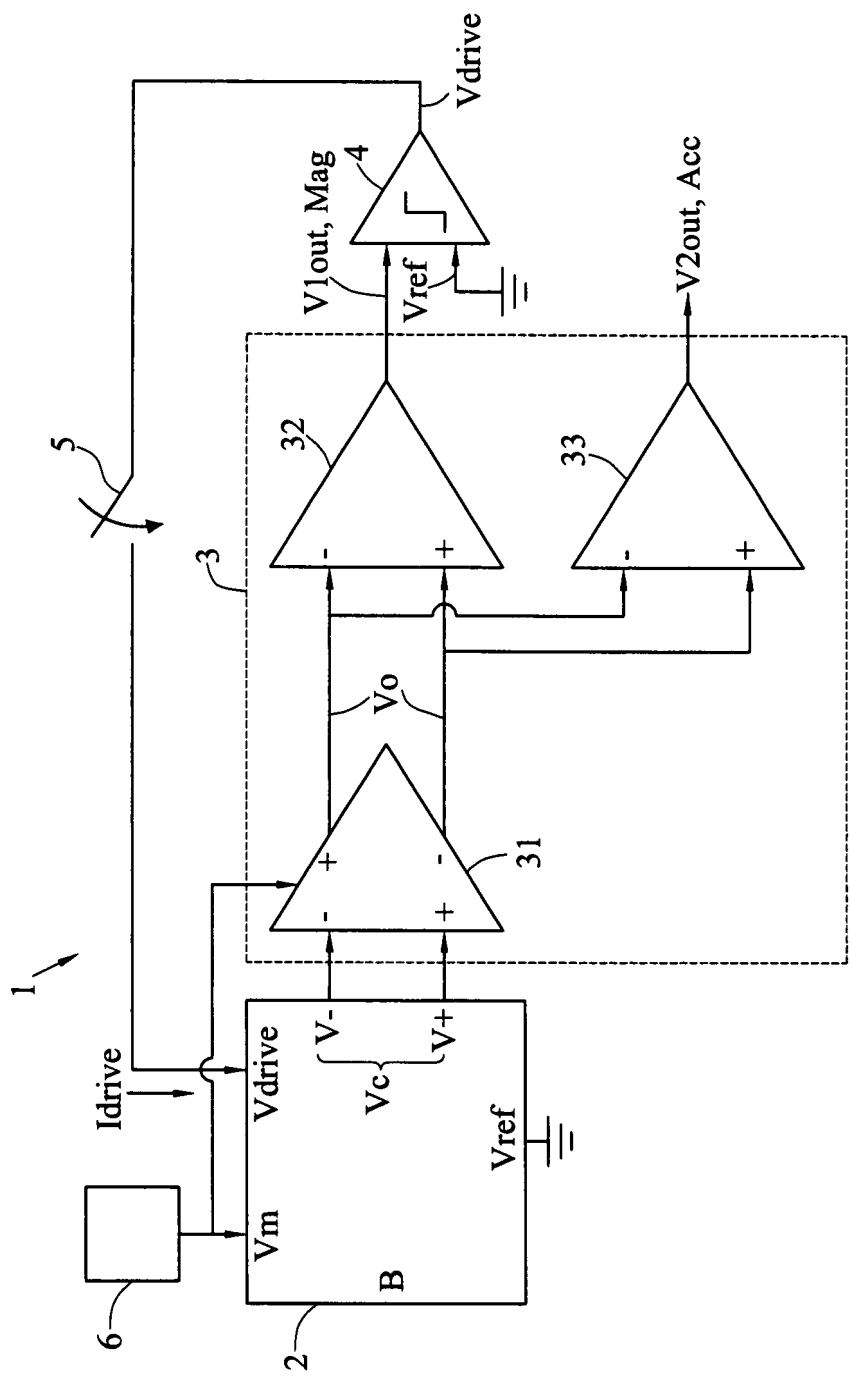
振動驅動器，係分別連接該偵測器與該轉換電路，俾當該振動驅動器依據該電壓信號產生及傳送振動驅動信號至該偵測器時，令該振動驅動信號之電流驅動該質量塊產生振動，以供該轉換電路自該電壓信號中擷取出磁場信號。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，各該第一電極之一側係延伸出複數第一突出單元，該質量塊之二側係分別延伸出複數第二突出單元，且該些第一突出單元係與該些第二突出單元互相交錯排列。
3. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該二第一電極與該質量塊均各具有至少一金屬層與包覆該金屬層之介電層。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該偵測器更具有二第二電極，令各該第二電極透過至少一彈簧連接該質量塊，以使該質量塊懸浮於該二第一電極與該二第二電極之間。

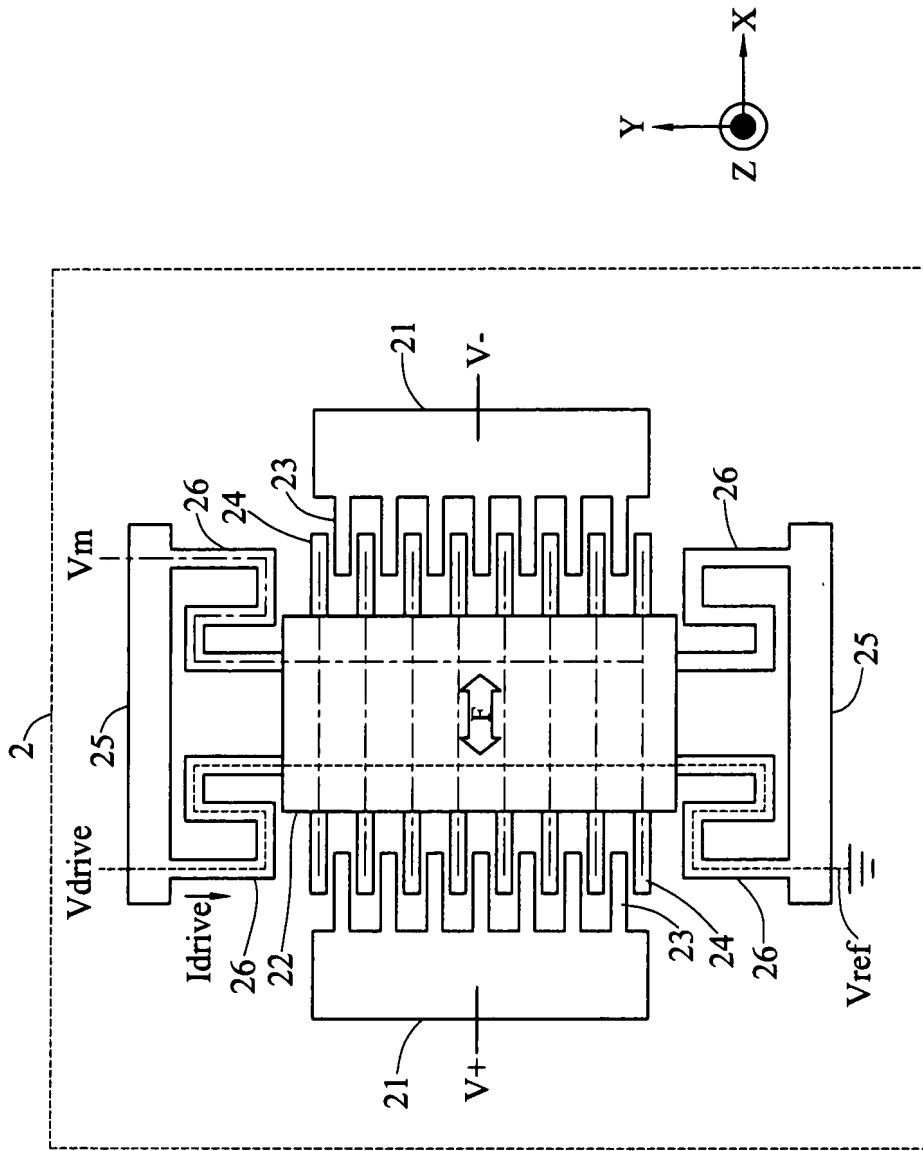
5. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，當該質量塊受到羅倫茲力或外力之作用以產生該位移變化時，該偵測器偵測該質量塊與該二第一電極之間的電容變化，俾以該電容變化作為該偵測信號。
6. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該轉換電路係具有電容電壓轉換器以分別連接該二第一電極，俾由該電容電壓轉換器將該偵測信號轉換為該電壓信號。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該轉換電路係具有帶通濾波放大器，以藉由該帶通濾波放大器自該電壓信號之第一頻段中濾出與放大該磁場信號，俾以該磁場信號作為第一輸出電壓信號。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該轉換電路係具有低通濾波放大器，以藉由該低通濾波放大器自該電壓信號之第二頻段中濾出與放大該加速度信號，俾以該加速度信號作為第二輸出電壓信號。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該振動驅動器係為比較器，用以比較該轉換電路之第一輸出電壓信號與預定之參考電壓信號以輸出比較結果，俾以該比較結果作為該振動驅動信號。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，其中，該振動驅動器係將該振動驅動信號之電流傳送至該質量塊，以透過該電流產生羅倫茲力而驅動該質量塊產生振動，且該質量塊之振動頻率等於該質量塊之共振頻率。

11. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，更包括開關元件，係設置於該振動驅動器之輸出端與該偵測器之第二電極之間、或該轉換電路之輸出端與該振動驅動器之輸入端之間。
12. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁力計，更包括時脈信號產生器，係分別連接該偵測器與該轉換電路，以提供取樣頻率信號予該偵測器與該轉換電路。

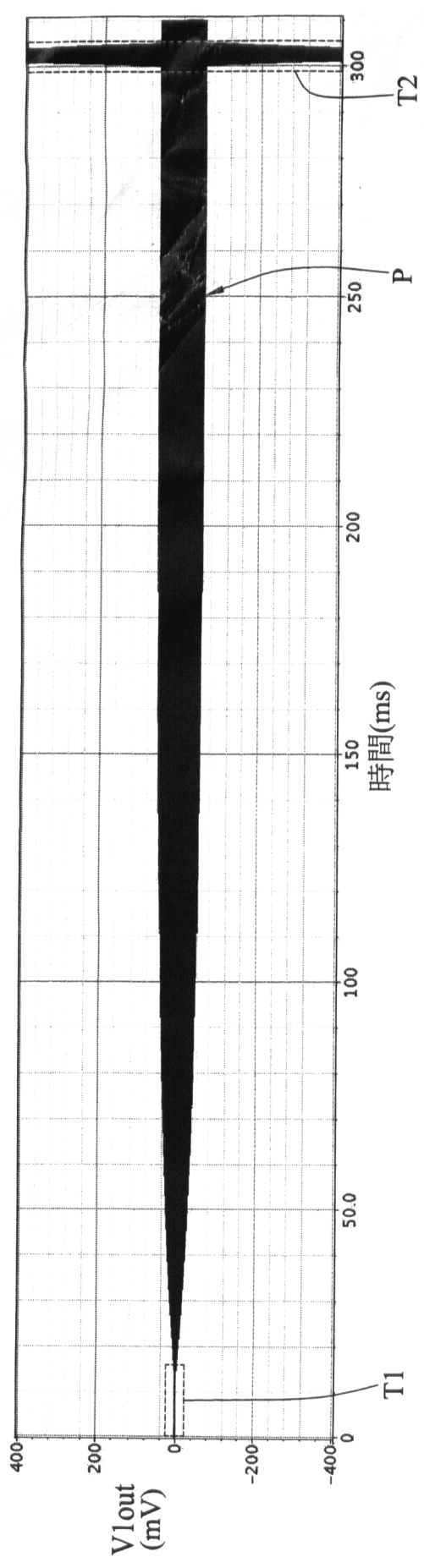
圖式



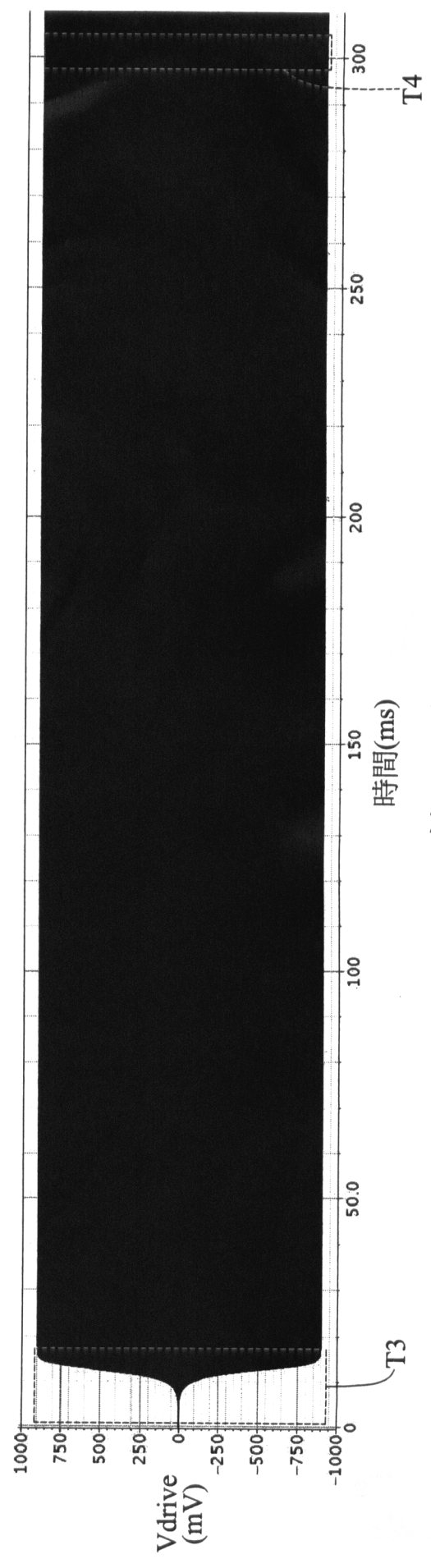
第1圖



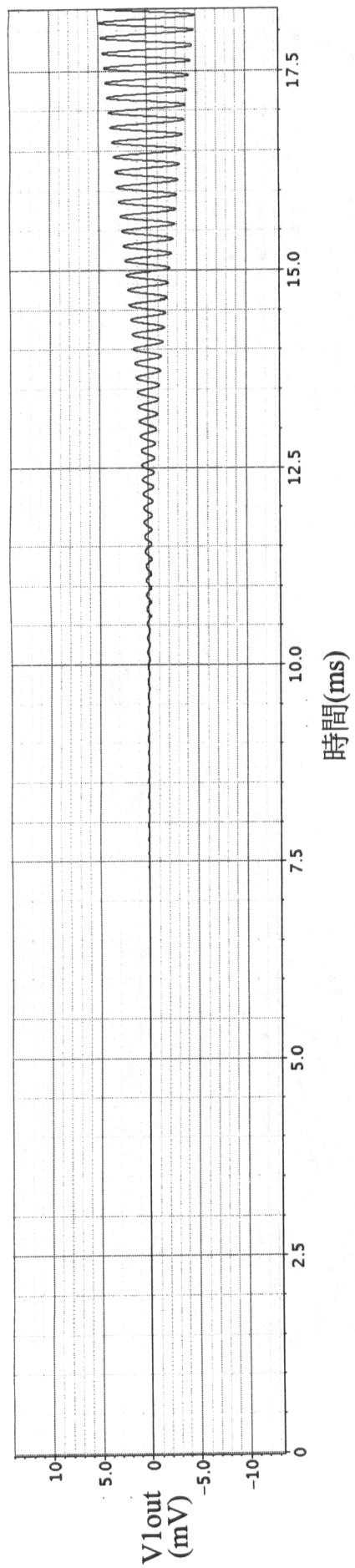
第2圖



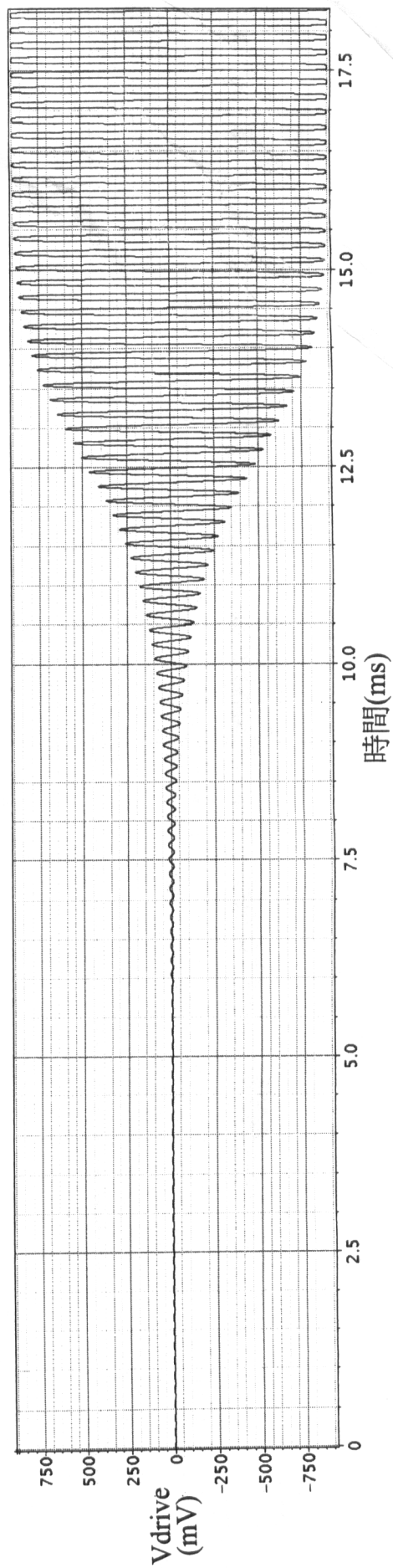
第3A圖



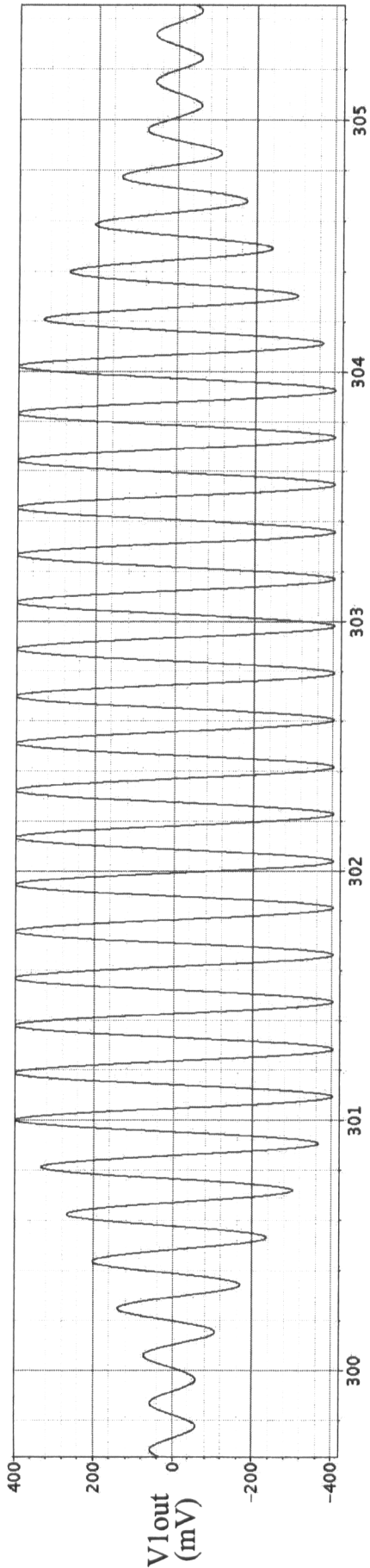
第3B圖



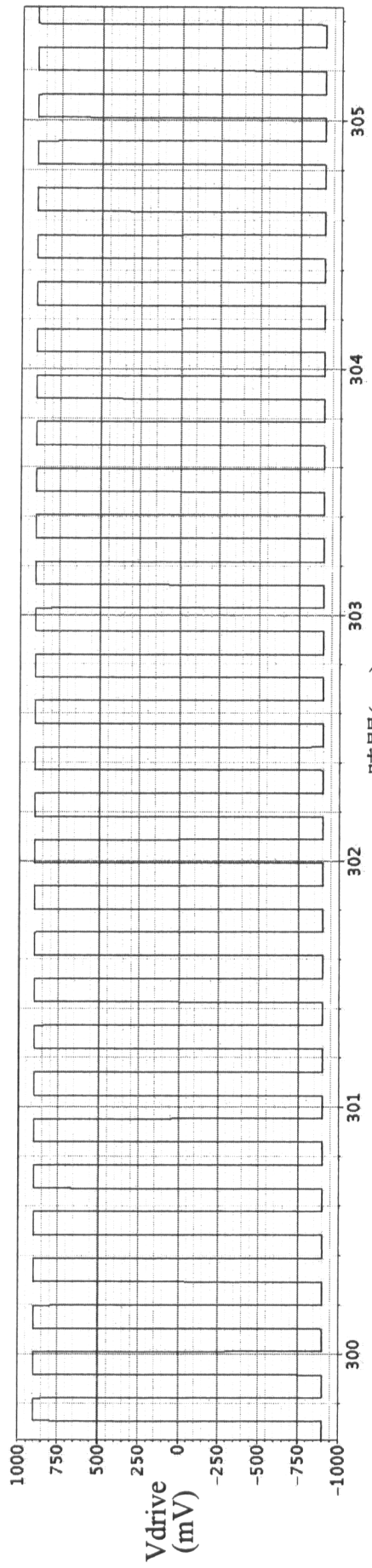
第4A圖



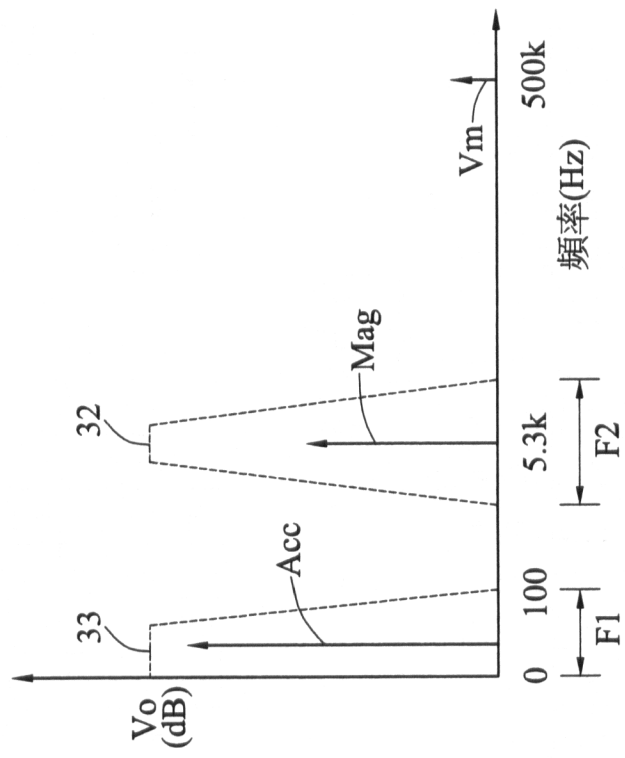
第4B圖



時間(ms)
第5A圖



時間(ms)
第5B圖



第6圖