

申請日期	88. 2. 24
案 號	88102622
類 別	G01K 33/02

公 告 本

A4
C4

509800

(以上各欄由本局填註)

發 明 專 利 說 明 書		
一、發明 名稱	中 文	微功率磁強計
	英 文	"MICRO-POWER MAGNETOMETER"
二、發明 創作人	姓 名	大魏 W. 克利普
	國 籍	美國
	住、居所	美國伊利諾州砍普波依特市263號信號
三、申請人	姓 名 (名稱)	美商美測得電子公司
	國 籍	美國
	住、居所 (事務所)	美國伊利諾州芝加哥市西威爾森大道7444號
	代 表 人 姓 名	威廉·特·傑森

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
I P C 分類：

A6
B6

本案已向：

國（地區） 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權
美國 1998 年 2 月 24 日 09/028,858 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄）

裝 訂 線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (1)

發明背景

本發明有關一低功率磁通閘磁強計，用於量測磁場的出現。

在先前技術中已相當熟知磁通閘磁強計。此裝置透過量測一可飽和核心電感器的電感內的變動，通常被視為一磁通閘，來量測外部磁場的強度。在此裝置內該磁通閘電感器為一有，例如，一正弦的或三角形波形的交流電信號所驅動。該交流輸入電流感應在該磁通閘核心內的交變磁場。該輸入信號有足夠的振幅，以致於在該輸入波形的每一個週期，該被感應的電流大到足以將該磁通閘核心驅動成飽和。透過量測對磁通閘線圈的電感的變動來偵測和量測外部磁場，該變動是由與外部磁場有關的雜散磁通所產生的。

當該磁通閘核心變為磁飽和時，該核心的導磁係數降至一致，並且磁通閘線圈的電感降成僅為其原始值的一小部份。當量測該磁通閘電感器時，電感的快速降低導致電壓相對應的下降。因而，透過監視穿過該磁通閘電感器的該電壓信號，可決定該磁通閘核心內的磁通量密度到達飽和的該時點及相關於該輸入波形的交流週期。

在該磁通閘核心內的磁通量密度是流經該磁通閘電感器的該被感應電流和與外部磁場出現有關的任何雜散磁通量兩者的函數。由於該外部磁場元件是可變動的，將磁通閘核心驅動成飽和狀態所需的該飽和電流將視該外部磁場的強度及方向而變動。同時，由於該磁通閘核心到達飽和時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明(2)

穿過該磁通閘電感器的電壓波形急遽下降，可透過將該輸出電壓波形與該輸入電流波形做比較，以及量測該輸入電流波形的上升段和該輸出電壓波形的急遽下降之間的遲延，來決定將該磁通閘核心驅動成飽和狀態的該實際的飽和電流 ISAT。根據這些在該飽和電流內所量測到的變動，可導出該外部磁場的量和方向。

先前技術的磁通閘磁強計是常數振幅，交流電裝置。換句話說，電流流經該磁通閘電感器經過該輸入電壓波形的每一個週期。如所注意到的，當該磁通閘核心到達飽和時，來驅動該飽和電流的量可透過監視該電壓波形急遽下降的時機以穿過磁通閘電感器。在過去可通常可透過將一電阻與該磁通閘輸入串聯，以及將該磁通閘輸出接地來達成。該串聯電阻被選用為大於該磁通閘電感器的電抗好幾倍，以致於當該電路被輸入一電壓波形時，主要由該電阻而非磁通閘線圈的電感來決定穿過該電路的電流。至該磁通閘線圈的輸入也被連接至一電壓比較器的輸入，其監視穿過該磁通閘電感器的電壓。在此裝置中，交流電不斷地流經該電阻和磁通閘組合，並且因而，電力穿過該電阻不斷地消散。

穿過該磁通閘電感器的電壓一般跟隨該電感器電流信號，但其相位領先90度。總而言之，該磁強計電路是由一正弦的波形來驅動，該波形有足夠的振幅在每半個週期將該磁通閘線圈驅動至飽和。如已注意到的，當穿過該磁通閘的電流到達飽和，該線圈的電感急遽下降，以致於穿

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(3)

過該磁通閘的電壓下降至約0V而同時該磁通閘核心仍維持已飽和狀態。只要該磁通閘核心維持已飽和狀態，穿過該磁通閘的電壓將維持約等於零。然而，由於該磁通閘並非一完美電感器，該線圈內的寄生電阻和電感將使該磁通閘電壓稍微傾斜而同時該磁通閘核心仍為飽和狀態，並且可確定一明確的零交叉。連接至磁通閘輸入的該比較器偵測到此零交叉。從該零交叉與該輸入信號有關的時點可確定該飽和電流的量。額外的電路將比較器的輸出與該輸入電壓波形做比較，以決定該零交叉和該輸入電壓信號之間的關係。由於在該外部磁場內的變動將改變該飽和電流，該電壓波形內的急遽下降，以及因而該比較器所偵測到的該零交叉，將視該外部磁場的量和方向而在與該輸入波形有關的不同時間產生。透過將比較器輸出信號與該輸入信號做比較，可導出該外部磁場的量和方向。

如所述，先前技術的磁通閘磁強計提供一十分線性，正確及免於雜訊的磁場量測。磁通閘磁強計的操作特徵非常受歡迎，特別是當與霍爾效應和磁阻裝置做比較時。然而，此裝置一重大的缺點為其耗電量相當大。由於該磁強計為一定流裝置，該裝置不斷地消散電力。此外，供應至裝置的電流必須足以飽和該磁通閘核心，一般相當於數十毫安培。這對某些以低功率消耗為重要設計標準的應用而言是一重大的缺點。例如，在磁強計是以電池為動力的應用中，該裝置的電流消耗必須保持在最低，以便保存電池壽命。因而，最好提供一磁強計，有傳統磁通閘磁強計的

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明(4)

正面特徵，包括線性、正確性及免雜訊，而同時僅取用少量的電流。

發明之簡要內容

在前述背景的說明下，本發明之主要目的在於提供一有效率、正確、低噪音、用於偵測及量測外部磁場的磁強計。

本發明之另一目的在於提供一磁強計，有一可飽和的核心磁通閘電感器，其中可透過監視在可飽和核心磁通閘電感器內電感的變動來量測該外部磁場的強度及方向。

本發明之一額外目的在於提供一磁通閘磁強計，其中該磁通閘電感器是以一相當低頻率的AC電壓信號來驅動。

也是本發明的另一目的，在於提供一僅消耗傳統磁通閘磁強計所消耗電力的一部份的磁強計。

亦為本發明的另一目的，在於提供一磁通閘磁強計，其中，當以一5V信號驅動時，該裝置所取用的電流可小於 $10\mu A$ 。

一旦讀了較佳具體實例的詳細敘述，這些和其它目的將變得更明顯，在此所揭露的該微功率磁通閘磁強計可符合這些目的。

本發明之磁通閘磁強計透過量測磁通閘線圈內電感的變動來量測外部磁場，該電感是因與該外部磁場有關的磁通的出現而產生。該磁通閘包括一由正規上為100Hz方波電壓信號所驅動的可飽和核心電感器。該輸入方波產生一經由該磁通閘線圈的正弦電流信號，在該輸入信號的每一個

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

象

五、發明說明(5)

週期，其振幅足以將該磁通閘核心磁飽和。一電容器連接在該磁通閘輸出和接地之間。在該輸入波形的每一個週期，流經該磁通閘的電流將該電容器正弦的地充電和放電；並且一電壓比較器根據穿過該電容器的電壓產生一輸出信號。在較佳具體實例中，該比較器被建構為一邏輯閘，當穿過該電容器的電壓達到該輸入電壓信號振幅的 $1/2$ 時改變狀態。

從該比較器來的輸出信號與該輸入信號有關，但該輸出電壓信號的上升和下降端的時機由於磁通閘線圈的電感而被改變。無外部磁場出現時，經由該磁通閘線圈的該傳播遲延對該輸入信號的上升和下降端是一樣的。然而，當出現一外部磁場時，該信號上升端的該傳播遲延將與下降端不同。

提供一邏輯電路以將比較器輸出信號與該輸入電壓信號做比較，並且量測該比較器輸出信號的上升和下降端兩者的傳播遲延。該邏輯電路產生二個脈衝寬度調變(PWM)信號。第一脈衝寬度調變(PWM)信號的脈衝寬度對應於傳播遲延的上升端而脈衝，並且第二脈衝寬度調變(PWM)信號的脈衝寬度對應於傳播遲延的下降端而脈衝。

提供脈衝寬度解調變電路以量測上升端和下降端信號之間脈衝寬度的差異。該解調變電路產生一對應於該二個信號脈衝寬度的差異的類比電壓信號。既然該二個信號之間的相對脈衝寬度是與該外部磁場的強度及方向成比例，由該解調變電路所產生的該類比信號將直接與該外部磁場成

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(6)

比例。

本發明之該磁強計取用比傳統磁通閘磁強計更少的電流。因該磁通閘電感器和該電容器的裝置而減少電流消耗。在該輸入電壓信號的上升端，穿過該磁通閘的電流開始將該電容器充電至該輸入信號的電壓極大值， V_{DD} 。當該磁通閘核心到達飽和時，磁通閘的電感下降至其原始值的一部份，並且電感的下降導致一電流突波穿過該磁通閘。此電流突波急速地將該電容器充電至 V_{DD} 。在該輸入電壓週期內的此點上，當電容器電壓內的上升被一連接在該磁通閘輸出和 V_{DD} 之間的蕭特基二極體夾住，電流將不再從 V_{DD} 流出。此二極體將該磁通閘電流返回至 V_{DD} 直到該磁通閘電流衰退至0。既然在該線圈輸出端上的電壓符合在該輸入端上的電壓，二極體穿過該磁通閘。該LC時間常數遠小於該100Hz輸入電壓信號的一半週期。因而，該磁通閘不消耗經由該輸入波形正值的半個週期主要部份的電流。在該負值的半個週期內，該電容器經由該磁通閘電感器放電，以便不需從該輸入電路取用額外電流。此急速地減少該磁強計的動力消耗。因而，本發明十分適合需要電池或光電伏特動力源的應用中。本發明也特別十分適合習慣使用霍爾效應電感器的磁伸縮轉矩感應應用中。在此應用中，本發明對於需要轉矩感應的可攜式消費產品或任何其它必須查覺磁場的出現的可攜帶的裝置而言是很理想的。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(7)

附圖之簡要敘述

圖1為如本發明較佳具體實例之微功率磁強計電路的概要圖；

圖2顯示來自描繪於圖1內的非或閘116和118的脈衝寬度已調變輸出信號；

圖2a顯示當無外部磁場出現時的該二個信號；

圖2b顯示當一外部磁場出現並且朝向一第一方向內的該二個信號；並且

圖2c顯示當一外部磁場出現並且朝向與在圖2b內的該磁場朝向相差180度的第二方向內的該二個信號。

較佳具體實例之詳細敘述

本發明有關一磁通閘磁強計，並且更特別地是有關一消耗少量電力的磁通閘磁強計。

參考圖1，顯示微功率磁通閘磁強計電路100。磁強計電路100的重要元件包括一反向輸入緩衝器102；一可飽和核心電感器，或磁通閘104；一第一 $0.01\mu\text{F}$ 電容器106；第一和第二蕭特基二極體108和110；反向輸出緩衝器112；第二輸出反向器114，第一和第二非或閘116和118；第一和第二類比開關120和122；一10仟歐姆電阻124；和一第二 $0.01\mu\text{F}$ 電容器126。

實體上，該磁通閘電感器104位於接近外部磁場要被量測的該點。該磁通閘線圈104是朝向與該外部磁場有關的磁通量可與該磁通閘電感器的可飽和核心互動的位置。該輸入至該磁強計電路100由一名義上為100Hz方波電壓信

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (8)

號所起動，該信號驅動該反向輸入緩衝器102和第二非或閘118的一輸入兩者。輸入緩衝器102將該輸入電壓信號反向，並且將該磁通閘電路隔離。緩衝器102的輸出驅動該磁通閘電感器104和第一非或閘116的一輸入，並且磁通閘電感器104的輸出驅動反向輸出緩衝器112。第一0.01 μ F電容器106連接在該磁通閘電感器104的輸出和接地之間。類似地，第一蕭特基二極體108也連接在該磁通閘電感器104輸出和接地之間，而第二蕭特基二極體110連接在該DC供應電壓 V_{DD} 和磁通閘電感器104的輸出之間。反向輸出緩衝器112的輸出驅動第二輸出反向器114，以及該第二輸入至第一非或閘116。第二輸出反向器114的輸出驅動該第二非或閘118的第二輸入。最後，該第一非或閘116的輸出驅動該第一類比開關120，並且第二非或閘118的輸出驅動該第二類比開關122。

該二個類比開關120和122被建構以充當一三態開關。該第一類比開關120參照至該供應電壓 V_{DD} ，並且第二類比開關122參照至接地。該二個類比開關120和122的輸出彼此連接並且輸入至一包括10仟歐姆電阻124和第二0.01 μ F電容器126的低通濾波器。該濾波器網路的輸出提供一與該外部磁場的強度成比例的類比電壓信號 V_O ，該磁通閘電感器104位於該磁場內。

在運作上，來自反向輸入緩衝器102的該已反向電壓信號輸出驅動該磁通閘電感器104。此對稱性的方波電壓信號在0V和該供應電壓 V_{DD} 之間交替。以一可磁飽和核心來

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (9)

建構磁通閘電感器104。該方波電壓信號輸入至該磁通閘感應一穿過該磁通閘電感器104足以飽和該核心的正弦的電流。將該磁通閘核心飽和的該門檻飽和電流 I_{SAT} 由該磁通閘電感器的實體建構所決定，並且受到與位在該磁通閘線圈附近的外部磁場有關的額外磁通量的出現的影響。

隨著該輸入電壓信號從0V過渡到 V_{DD} ，穿過該磁通閘電感器和電容器的電流以LC電路傳統的正弦的方式增加。隨著穿過該磁通閘電感器104的電流的增加，該核心內的磁通量密度也增加。隨著該核心內的磁通量密度超過該飽和磁通量密度，該核心的相對導磁性下降至一致，造成磁通閘線圈的電感相對應的下降。當該核心被飽和時，磁通閘線圈的電感維持僅為其非飽和值的一部份。隨著電感的下降，經由該磁通閘的電流改變速率急遽增加，造成一電流突波穿過該磁通閘104。

當該電壓信號輸入至該磁通閘104從0V過渡到 V_{DD} ，穿過該磁通閘的電流流入將電容器106充電。當在該磁通閘核心內的磁通量密度到達飽和時，磁通閘104輸出電流內該相對應的突波快速地將電容器106充電至 V_{DD} 。反向輸出緩衝器112連接至磁通閘104的輸出，並且電容器106充當一比較器，監視穿過電容器106的電壓。當穿過電容器105的電壓小於 $1/2V_{DD}$ 時，反向輸出緩衝器112的輸出將會被設定至邏輯1(V_{DD})。相反地，當電容器106上的電壓大於 $1/2V_{DD}$ 時，反向輸出緩衝器112的輸出將被設定至邏輯0(0.0V)。在磁通閘104的輸出上加上蕭特基二極體

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (10)

108 和 110 使得該反向輸出緩衝器 112 的輸入免於磁通開電感器 104 和電容器 106 的該 LC 組合的諧振偏移。

從前面所述，很明顯地當輸入至磁通開電感器 104 的電壓信號從 0 V 過渡到 V_{DD} 時，電容器 106 將開始從 0.0 V 諧振地充電至 V_{DD} 。電容器 106 開始充電的速率將視磁通開線圈 104 的電感而定。當穿過電容器 106 的電壓小於 $1/2V_{DD}$ ，反向輸出緩衝器 112 的輸出被設定至邏輯 1，或 V_{DD} 。隨著磁通開電感器 104 的核心到達飽和，該相對應的輸出電流突波快速地將電容器 106 充電至 V_{DD} ，超過反向輸出緩衝器 112 的 $1/2V_{DD}$ 門檻。因而，當該核心到達飽和時，緩衝器 112 的輸出幾乎是立即下降至邏輯 0。然而，此過渡是一可量測的時間遲延該輸入信號的正值的過渡。此遲延的長度是磁通開線圈 104 的電感和任何可與該磁通開核心互動的外部磁場的磁通量密度的函數。

當輸入至磁通開 104 的電壓信號從 V_{DD} 過渡至 0.0V 時，也發生一類似現象。在該正的半個週期上，電容器 106 充電至 V_{DD} ，符合該輸入信號的電壓。一旦在電容器 106 的電壓達到 V_{DD} ，該正的脈衝的剩餘不會有電流流經磁通開電感器 104。當該輸入信號從 V_{DD} 過渡到 0.0V，然而，磁通開 104 輸出端上的電壓將大於施加至該輸入端的該 0.0V。隨著該向前電流將電容器 106 充電，該反向放電電流流經磁通開電感器 104 在相反方向到達飽和。再次，線圈的電感急遽下降，導致一穿過磁通開 104 的逆流突波。此逆流突波急遽地將電容器 106 放電，將幾乎立即將穿過

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (11)

電容器106的該電壓拉下至0.0V。隨著電容器106上的電壓下降超過該 $1/2V_{DD}$ 門檻，反向輸出緩衝器112的輸出形成從邏輯0過渡至邏輯1，或 V_{DD} 。電容器106被縮放以致於在該放電週期，當穿過電容器106的電壓約等於 $1/2V_{DD}$ 時，發生該飽和電流 I_{SAT} 。隨著該正的半個週期的前導端，在該輸入信號從 V_{DD} 過渡到0.0V和該緩衝器112輸出從邏輯0過渡到邏輯1之間的該遲延將視磁通閘線圈104的電感而定，並且將受外部磁場的出現而影響。

如已注意到的，反向輸出緩衝器112的輸出直接連接至非或閘116的一輸入，並且驅動磁通閘104的該已反向輸入波形連接至其它。此組合導致一連串對應於該輸入波形每一個脈衝的上升端的邏輯脈衝。來自非或閘116的每一個脈衝輸出的寬度對應於在每一個輸入脈衝的上升端和輸出緩衝器112從0.0V到 V_{DD} 的該正的過渡之間的時間遲延。

除了非或閘116的一輸入之外，輸出緩衝器112也驅動第二輸出反向器114。反向器114將緩衝器112的已反向輸出應用至第二非或閘118的一輸入。輸入至該磁強計電路100的該非反向的方波信號被施加至非或閘118的其它輸入。非或閘118輸出一對應於該輸入方波脈衝的下降端的脈衝列。來自非或閘118的每一個脈衝輸出寬度對應於在該輸入波形每一個脈衝的下降端和輸出緩衝器112輸出波形的下降端之間的時間遲延。因而，來自非或閘116和118該脈衝輸出的寬度對應於穿過磁通閘電感器104該輸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

錄

五、發明說明 (12)

入方波信號的上升和下降端之間的傳播遲延。

在環境條件下，當無外部磁場出現時，將磁通閘104核心磁飽和所需的該飽和電流 I_{SAT} 在該向前和向後方向將會是相同的。因而，該電感，以及穿過該磁通閘104的傳播遲延，對該輸入電壓信號的上升和下降端將是一樣的。這在來自非或閘116和118的該脈衝列輸出中是明顯的。無外部磁場與該磁通閘核心104互動，來自非或閘116每一個脈衝輸出的脈衝寬度將等於來自非或閘118脈衝輸出的脈衝寬度。然而，一旦導入一外部磁場，此對稱即不存在。

在該輸入電壓方波的每半個週期，穿過磁通閘電感器104的電壓極性是已反向的。因而，經由該磁通閘的電流，以及在該磁通閘核心內的磁通量隨該輸入電壓信號的每半個週期而反向。當導入一外部磁場時，在該輸入波形的一個半週期將與該外部磁場有關的磁通量加入該被感應的磁通量，並且在相反的半個週期內再從該被感應的磁通中扣除。此與該被感應的磁場的互動改變將該磁通閘線圈驅動成飽和狀態所需的該飽和電流 I_{SAT} 。然而，由於該外部磁場的方向性質，對 I_{SAT} 而言該變動在穿過該磁通閘電感器104的向前和向後方向是不同的。例如，若在該輸入波形的該正的半個週期，該外部磁場平行於在該磁通閘核心內被感應磁通量的方向，該磁通閘核心將較無外部磁場出現的情況更快達到飽和。這導致該向前方向內飽和電流的減少。相反地，在該相反方向，需要一較大的逆流以克

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (13)

服該外部磁場的相對磁通量。這導致該相反方向內的飽和電流增加。

在該向前和向後飽和電流內的變動影響經由該磁通閘的傳播遲延。既然至該磁強計電路100的方波信號輸入在輸入至該磁通閘之前已反向，在該輸入波形該負的半個週期內，在該磁通閘電感器內感應到一向前電流。因而，當該輸入信號從 V_{DD} 過渡到0V時，電容器106開始充電。在上述範例中，該外部磁場朝向使該向前飽和電流變低。此意味著該磁通閘核心在該輸入電壓週期內將較它在環境條件下能更快達到飽和，因而使得穿過電容器106的電壓更快越過該 $1/2V_{DD}$ 門檻。最後，該輸入信號的負的過渡在輸出緩衝器112的輸出較它在環境條件下能更快的暫存。簡言之，該向前傳播遲延減少了。

相反地，在該輸入波形的該正的半個週期內，該磁通閘104內感應到一逆流。當該輸入信號從0V過渡到 V_{DD} 時，電容器106開始放電。由於該外部磁場提高該向後飽和電流的影響，該磁通閘核心將不會變得飽和直到稍後在該輸入波形的該正的半個週期內，較它應該會的。因而，在該週期內，穿過電容器106的電壓較它在環境條件下還慢降至該 $1/2V_{DD}$ 門檻。因而，該輸入信號的正的過渡在輸出緩衝器112的輸出也較慢暫存。換句話說，該向後傳播遲延增加了。

若該外部磁場的方向是反向的，源自該磁場的對該向前和向後傳播遲延的變動也是反向的。換句話說，該向前遲

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (14)

延將增加並且該向後遲延將減少。

如已注意到的，在該向前和向後傳播遲延中的這些變動改變了來自非或閘116和118該二個脈衝列輸出的脈衝寬度。在圖2中，顯示各種情況下非或閘116和118的輸出脈衝列。圖2a顯示當無外部磁場與磁通閘104互動時，在環境條件下的輸出脈衝列。圖2b顯示當出現外部磁場時該相同的輸出脈衝列。在圖2b中，該外部磁場朝向一方向，其中當該電感器電流正流向該正的方向內時，該外部磁通量密度附加在該被感應的磁通量密度。最後，圖2c顯示該輸出脈衝列當該外部磁場朝向使該外部磁通量密度附加在該被感應的通量密度，當該電感器電流流向該相反方向內時。

如所看到的，在圖2a的環境條件下，來自非或閘116和118的脈衝輸出寬度相同。然而在圖2b中，該向前傳播遲延減少並且該向後傳播遲延增加。因而，來自非或閘118脈衝列輸出的脈衝寬度較來自非或閘116脈衝列輸出的脈衝寬度更窄。類似地，圖2c顯示該相反情況，其中該外部磁場朝向在圖2b中的相反方向。在圖2c中，該向前傳播遲延增加並且該向後傳播遲延減少。在此情況下，來自非或閘116該輸出脈衝的脈衝寬度較來自非或閘118的該較寬輸出脈衝更窄。非或閘116和118的輸出事實上就是脈衝寬度已調變信號，其中二個信號的脈衝寬度是由該外部磁場的強度及方向所決定。

本發明之磁強計透過將來自非或閘116和118的信號輸

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (15)

出解調變，以及產生一與該二個信號脈衝寬度內的差異成比例的類比電壓信號來量測該外部磁場。將這些信號解調變的較佳方法包括類比開關120和122，以及包括該10千歐姆電阻124和該0.01 μ F電容器126的該低通濾波器。非或閘116的輸出被輸入至類比開關120，並且非或閘122的輸出被輸入至類比開關122。開關120參照至該供應電壓 V_{DD} ，並且開關122參照至接地。該二個開關的輸出連接一起並且輸入至該低通濾波器。在此架構中，該二個類比開關120和122充當一三態開關。當至開關120的輸入是高的時候，開關120變成可導通的，並且 V_{DD} 被輸入至該低通濾波器。當至開關122的輸入是高的時候，開關122變成可導通的，並且接地電位被施加至該濾波器。否則該類比開關120和122是非導通的。由於來自非或閘116的該脈衝輸出對應於該輸入方波脈衝的前導端，並且來自非或閘118的脈衝輸出對應於該輸入方波脈衝的該拖曳端，至開關120和122的輸入將與該輸入波形的每一個週期交替。因而，在該輸入波形的每一個脈衝，至該低通濾波器的該輸入將首先被連接至 V_{DD} ，然後接至接地。當開關120是導通的期間，電容器126將開始朝 V_{DD} 充電。類似地，當開關122是導通的期間，電容器126將開始朝接地放電。電容器126和電阻124的大小被限制為使該濾波器的RC時間常數遠大於來自非或閘116和118脈衝輸出期間。因而，發生在二個開關中之一是導通的情況下，電容器126充電和放電的量是非常小的。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (16)

在環境條件下，開關120和122兩者的輸入脈衝寬度期間相同。因而，在每一個週期，開關120和開關122導通的時間長度相同，並且因而，電容器126朝 V_{DD} 充電與朝接地放電的時間長度相同。結果為穿過電容器126的平均電壓等於 $1/2V_{DD}$ 。

當出現一磁場時，來自非或閘120和122的脈衝輸出不再對稱。當該外部磁場朝向第一方向內，來自非或閘116的脈衝輸出較那些來自非或閘118的輸出有較長的期間。在該輸入波形的每一個週期中，類比開關120的導通期間較開關122為長。這意味著在輸入波形的每一個週期，電容器126花在充電上的時間較放電為多。此導致穿過電容器126的平均電壓下降大於 $1/2V_{DD}$ 。若該外部磁場朝向第二方向內，與該第一方向相對180E，來自非或閘118的輸出脈衝的期間將較那些來自非或閘116的輸出的期間為長。因而，類比開關122有比類比開關120更長的導通期間。此意味著，在該輸入波形的每一個週期，電容器126花在放電的時間較充電為多。這導致穿過電容器126的平均電壓下降小於 $1/2V_{DD}$ 。

隨著該外部磁場在任一方向變得較強，該類比開關120和122中的一個或另一個將可導通愈來愈多的時間與其它類比開關有關。因而，穿過電容器126所發展出的該輸出電壓信號將最高驅動至 V_{DD} ，或最低至接地。結果為一與該外部磁場的強度及方向成比例的類比電壓信號。可使用此類比信號以驅動一傳統電壓計，或某些其它裝置，以提

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (17)

供對外部磁場的量測。

圖1內所示的該電路僅消耗先前技術的磁通閘磁強計所消耗電力的一部份。該電路的感應部分，例如，包括該磁通閘線圈104和電容器106，可特別設計用於低功率消耗。當由一頻率為 f 且振幅等於 V_{DD} 的交流信號驅動時，可顯示出該電路所消耗的電力量等於 $1/2 V_{DD}^2 * 0.01 \mu F * f$ 。因而，可透過減少該輸入波形的該時脈率(clock rate)以及透過減少 V_{DD} 值和減少該電容器106的電容來最小化所消耗的該電力量。然而，也必須限制電容器106的大小，以致於在該諧振LC週期，當穿過電容器106的電壓約等於 $1/2 V_{DD}$ 時，經由該磁通閘線圈104的電流達到該飽和電流 I_{SAT} 。這可透過將電容器106的電容設定為約等於 $I_{SAT} L / V_{DD}^2$ 來達成。因而，將該電容器106的大小加以限制，減少了降低電路耗電量的選擇以改變該輸入波形的頻率。在較佳具體實例中，電容器106 = $0.01 \mu F$ ， $V_{DD} = 5V$ 並且該輸入頻率 = $100Hz$ 。此一電路被建立和測試並且導致一 $7 \mu A$ 的電流取用。隨著該時鐘頻率進一步減少至 $50Hz$ 以及該輸入信號的振幅降至 $3V$ ，該電流下降更降至 $5 \mu A$ 。此一低電流取用使得該電路特別十分適合於那些需要一低功率磁強計的應用，例如那些以一電池或光電動力源來操作的應用。

應了解的是在此所述本較佳具體實例之各種變動和改良對於那些熟於先前技術的人將很明顯。可從事此變動和改良而不偏離本發明之精神及範疇並且不減少其伴隨的優點。因而此變動和改良會為所附之申請專利範圍所涵蓋。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：微功率磁強計)

本發明提供一種微功率磁通閘磁強計，以量測外部磁場的強度及方向。該磁強計包括一位於一區域內之可飽和的核心電感器或磁通閘，在此區域內該磁通量由於外部磁場的關係將進入該電感器核心並且改變該線圈的電感。該磁通閘電感器是由一足以在每一個週期將該電感器核心磁飽和之交流輸入信號所驅動。一飽和偵測電路決定該磁通閘核心何時到達飽和，並且提供一飽和輸出信號顯示何時，與該輸入信號有關，該核心在該輸入波形的每一個週期上到達飽和。一比較電路將該飽和信號和該交流輸入信號做比較，並且量測一經由該磁通閘電感器的傳播遲延。最後，一輸出電路提供一與該傳播遲延成比例且經由該磁通閘電感器的類比輸出電壓信號。

英文發明摘要 (發明之名稱："MICRO-POWER MAGNETOMETER")

A Micro-Powered Flux-Gate Magnetometer is provided for measuring the strength and direction of external magnetic fields. The magnetometer includes a saturable core inductor, or flux-gate positioned in an area where the magnetic flux due to external magnetic fields will enter the inductor core and alter the inductance of the coil. The flux-gate inductor is driven by an alternating input signal sufficient to magnetically saturate the inductor core during each cycle. A saturation detecting circuit determines when the flux-gate core reaches saturation, and provides an saturation output signal indicating when, relative to the input signal, the core reaches saturation on each cycle of the input waveform. A comparison circuit compares the saturation signal and

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

A5
B5

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

四、中文發明摘要 (發明之名稱：)

英文發明摘要 (發明之名稱：)

the alternating input signal and measures a propagation delay through the flux-gate inductor. Finally, an output circuit provides an analog output voltage signal proportional to the propagation delay through the flux-gate inductor.

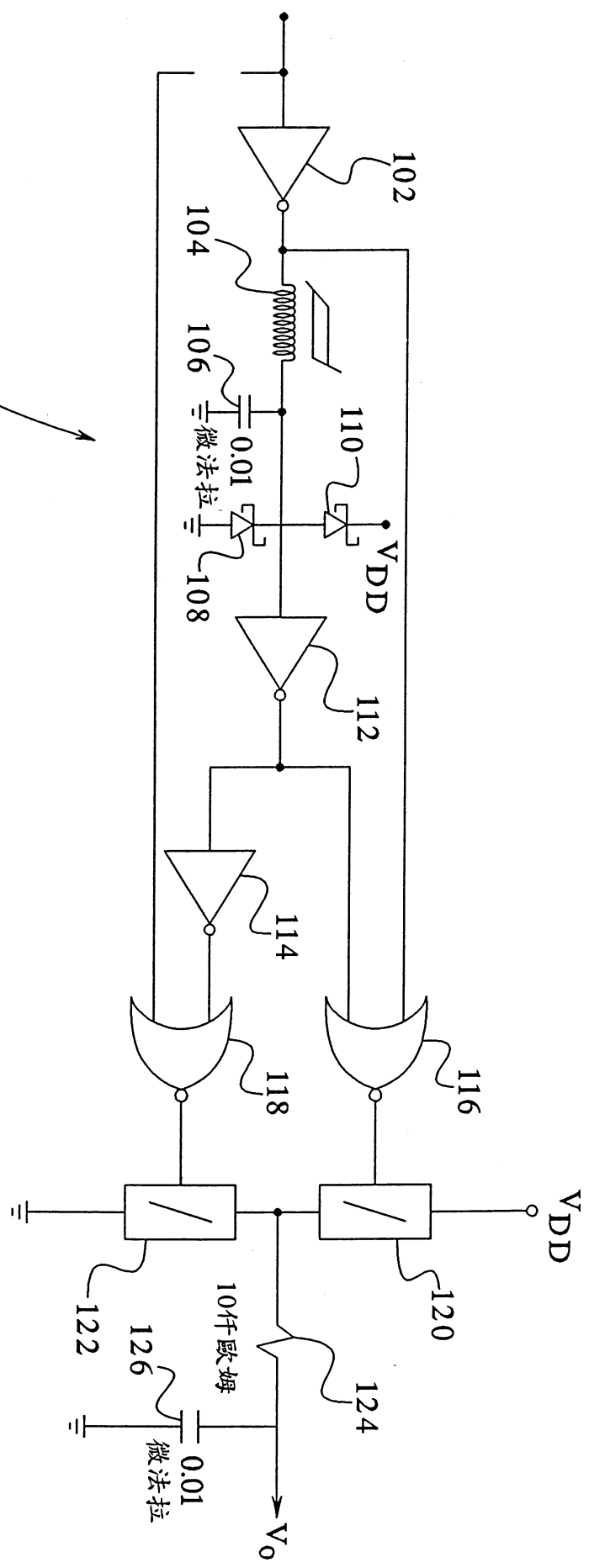
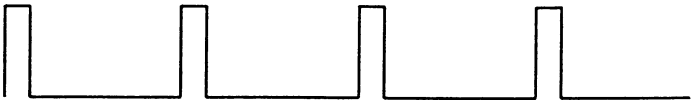


圖 1

非或閘 116

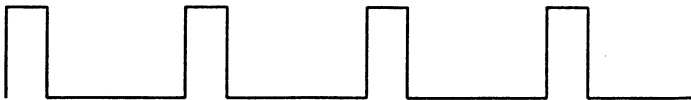


非或閘 118



圖 2a

非或閘 116



非或閘 118



圖 2b

非或閘 116



非或閘 118

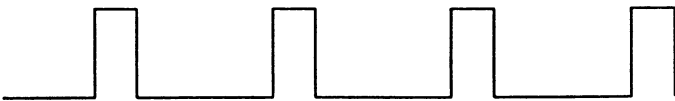


圖 2c

六、申請專利範圍

1. 一種磁強計，包括：

一磁場感測器，響應於一第一交流電壓信號及引入該磁場感測器之一外部磁場，以提供一磁場感測器輸出信號；及

一脈衝寬度調變器電路，響應於該磁場感測器輸出信號，經由該感測器產生一對應於該第一交流電壓信號之上升邊緣之傳播延遲之第一脈衝寬度調變信號及一對應於該第一交流電壓信號之下降邊緣之傳播延遲之第二脈衝寬度調變信號；及

一脈衝寬度解調變器電路，響應於該第一及第二脈衝寬度調變信號，解調變該等調變信號並提供一指示該外部磁場之強度及方向之信號。

2. 如申請專利範圍第1項之磁強計，其中該磁場感測器包括一由該第一交流電壓信號所驅動的可飽和核心磁通閘電感器。

3. 如申請專利範圍第2項之磁強計，其中該磁場感測器尚包括一連接至磁通閘電感器輸出的電容器，該電容器儲存一來自該磁通閘的第二交流電壓信號輸出。

4. 如申請專利範圍第3項之磁強計，其中該電容器和該磁通閘電感器定義一諧振頻率，並且其中該第一交流電壓信號之信號頻率遠低於該電容器和磁通閘電感器所定義的該諧振頻率。

5. 如申請專利範圍第4項之磁強計，其中該磁場感測器尚包括一比較器，響應於該第二交流電壓信號而產生一邏

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

- 輯輸出信號，以當該第二交流電壓信號越過一預定電壓門檻時，改變狀態。
6. 如申請專利範圍第5項之磁強計，其中該比較器包括一第一邏輯反向器。
7. 如申請專利範圍第2項之磁強計，其中該脈衝寬度調變器電路包括一非或邏輯閘，有一由該第一交流電壓信號所驅動的第一輸入，以及一由該磁場感測器輸出信號所驅動的第二輸入。
8. 如申請專利範圍第2項之磁強計，其中該脈衝寬度調變器尚包括一第一邏輯反向器，被連接至該磁場感測器輸出信號，以提供一已反向磁場感測器輸出信號；該脈衝寬度調變器電路尚提供一第二脈衝寬度調變信號，以回應該已反向磁場感測器輸出信號。
9. 如申請專利範圍第8項之磁強計，其中該脈衝寬度調變器尚包括：
- 一第二邏輯反向器，連接至該第一交流電壓信號，驅動該磁通閘電感器，以提供一已反向第一交流電壓信號；
- 一第一非或邏輯閘，由該第一交流電壓信號和該磁場感測器輸出信號所驅動，以提供該第一脈衝寬度調變信號；及
- 一第二非或邏輯閘，由該已反向第一交流電壓信號和該已反向磁場感測器輸出信號所驅動，以提供該第二脈衝寬度調變信號。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

表
訂
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

- 10. 如申請專利範圍第2項之磁強計，其中該脈衝寬度解調變器電路包括一三態開關和一RC濾波器。
- 11. 如申請專利範圍第10項之磁強計，其中該三態開關包括：
 - 一第一類比開關參照至一第一電壓參考，並且由該第一脈衝寬度調變信號起動；
 - 一第二類比開關參照至一第二電壓參考，並且由該第二脈衝寬度調變的信號起動；以及
 - 該第一和第二類比開關，每一個皆有一輸出信號連接至該RC濾波器的輸入。
- 12. 一種微功率磁通閘磁強計，用於量測外部磁場的強度及方向，包括：
 - 一可飽和核心電感器，響應於一外部磁場及一交流輸入信號以磁飽和該電感器核心；
 - 一飽和偵測電路，以提供一飽和信號，該信號表示施加輸入信號至核心與該電感器核心變為飽和時之間的時間；
 - 一比較電路，以將該飽和信號與該交流輸入信號做比較，並且針對每一交流輸入信號脈衝之上升及下降邊緣量測在該輸入信號的交流脈衝和該電感器線圈的後續飽和之間的傳播遲延；以及
 - 一輸出電路，提供一類比輸出信號以響應該傳播遲延，該信號用以指示該磁場之強度及方向。
- 13. 如申請專利範圍第12項之磁強計，其中該飽和偵測電路

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

六、申請專利範圍

包括：

一電容器，連接在該電感器輸出和一接地參考之間；
以及

一比較器，被建構以監視一穿過該電容器的電壓降，
當穿過該電容器的該電壓降越過一約等於該交流輸入信號門檻電壓的一半振幅時，該比較器產生一在真和假狀態之間過渡的邏輯輸出信號。

14. 如申請專利範圍第13項之磁強計，其中該比較電路包括一第一脈衝寬度調變器，提供一第一脈衝寬度調變(PWM)信號，其脈衝寬度等於一經由該電感器的第一信號傳播遲延，該第一傳播遲延等於在該輸入信號的第一過渡和該比較器邏輯輸出信號的後續相反過渡之間的該遲延。
15. 如申請專利範圍第14項之磁強計，其中該輸出電路包括一脈衝寬度解調變器，其中該類比輸出信號與第一脈衝寬度調變(PWM)信號的脈衝寬度成比例。
16. 如申請專利範圍第14項之磁強計，其中該比較電路尚包括一第二脈衝寬度調變器，提供一第二脈衝寬度調變(PWM)信號，其脈衝寬度等於一經由該電感器的第二信號傳播遲延，該第二傳播遲延等於在該輸入信號的第二相反過渡和該比較器邏輯輸出信號的後續過渡之間的該遲延。
17. 如申請專利範圍第16項之磁強計，其中該輸出電路包括一耦合至RC濾波器的三態開關。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

18. 如申請專利範圍第16項之磁強計，其中該三態開關包括：

一第一類比開關，參照至一第一輸出電壓參考，當該第一脈衝寬度調變(PWM)信號位於一邏輯真狀態時，該第一類比開關將該第一輸出電壓參考連接至該RC濾波器的輸入；以及

一第二類比開關，參照至一第二輸出電壓參考，當該第二脈衝寬度調變(PWM)信號位於一邏輯真狀態時，該第二類比開關將該第二輸出電壓參考連接至該RC濾波器的輸入。

19. 一種磁強計，包括：

一磁通閘電感器；

一振盪器，以一交流輸入電壓信號驅動該磁通閘電感器；

電壓儲存裝置，用以儲存一來自該磁通閘的輸出電壓信號；

比較裝置，用以將儲存在該電壓儲存裝置內對照於該輸入電壓信號的該輸出電壓信號，該比較裝置偵測一經由該磁通閘的信號傳播遲延，並且產生一由該磁通閘電感器之輸入電壓信號之每一脈衝之上升及下降邊緣之傳播遲延所調變的脈衝寬度調變信號；以及

脈衝寬度解調變器裝置，用以產生一類比電壓信號，以響應該比較裝置所產生的脈衝寬度調變信號，該類比電壓信號指示該磁場之強度及方向。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

六、申請專利範圍

20. 如申請專利範圍第19項之磁強計，其中該電壓儲存裝置包括一連接在該磁通閘電感器輸出和一接地參考電位之間的電容器。
21. 如申請專利範圍第20項之磁強計，其中該交流輸入電壓信號包括交流上升和下降端，並且該比較裝置包括一第一脈衝寬度調變器，透過此裝置一第一脈衝寬度調變信號由一第一傳播遲延來調變，該遲延回應於在該輸入信號的上升端和儲存在該電容器內達到一預定電壓位準的該電壓之間的該時間遲延。
22. 如申請專利範圍第21項之磁強計，其中該比較裝置尚包括一第二脈衝寬度調變器，產生一第二脈衝寬度調變信號，透過此裝置該第二調變信號的脈衝寬度由一第二傳播遲延所調變，該遲延回應於在該輸入電壓信號的下降端和穿過該電容器下降至一預定電壓位準之下的該電壓降之間的該時間遲延。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

48