

申請日期	2/18	案號	91101914
類別	H01P 1/18		

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

558853

一、發明名稱	中文	運用連續可調諧式微機電開關之相移器
	英文	CONTINUOUSLY TUNABLE MEMs-BASED PHASE SHIFTER
二、發明人	姓名(中文)	1. 凱梵 莎雅
	姓名(英文)	1. SAYYAH, Keyvan
	國籍	1. 美國
	住、居所	1. 美國加州90403, 聖塔摩尼卡, 12, 24街1133號
三、申請人	姓名(名稱)(中文)	1. HRL 實驗室 LLC
	姓名(名稱)(英文)	1. HRL LABORATORIES, LLC.
	國籍	1. 美國
	住、居所(事務所)	1. 美國加州90265-4799, 馬里布市, 馬里布, 坎揚路3011號
	代表人姓名(中文)	1. 丹尼爾 R. 艾倫米爾
	代表人姓名(英文)	1. Daniel R. Allemeier



本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

2001/03/08 09/802,151

案號

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

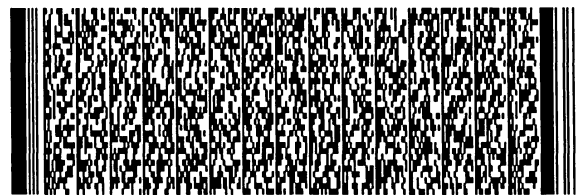
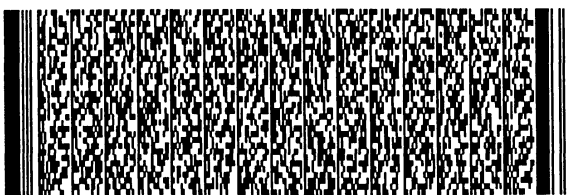
本發明係有關於一種相移器，特別係有關一種以半導體為基底的小型連續可變相移器(continuously variable phase shifter)。

現在商業上的可變相移器，如TRAK Microwave Corp. (Florida)所販賣的相移器，其包括數個最大相位為 120° 操作通帶為1GHz的變容二極體(varactor diode)。

然而，要改變操作通帶(operation bandpass)需改變適當的耦合阻抗元件，且相位超過 120° 的相移器可用單一元件串聯而獲得。

另一種習知的相移器包括：一共面波導傳送線(coplanar-waveguide transmission line)週期性地由複數個可變電容所負載，其中電容由一微機電開關陣列所構成，並由上述電容產生類比控制。由"RF-MEMS Switches Integrated Circuit", Elliott R. Brown, IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique, Vol. 46, No.11, Nov, 1998中已揭露一種微機電開關，而共面波導傳送線線在"Distributed MEMS True-Time Delay Phase Shifters and Wide-Band Switches", N. Scott Barker, IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique, Vol. 46, No.11, Nov, 1998亦有揭露。

使用第二種方式之相移器，由於微機電電容值的可變範圍有限(30%)，為了控制相位，多數的電容在負載的傳送線上需具有大量的結合效應(combined effect)，例



五、發明說明 (2)

如：具有32個微機電開關的10mm負載線需要提供 $2^\circ/\text{GHz}$ 的相位移。

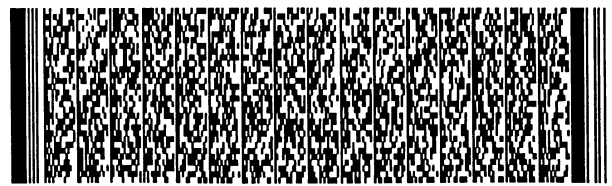
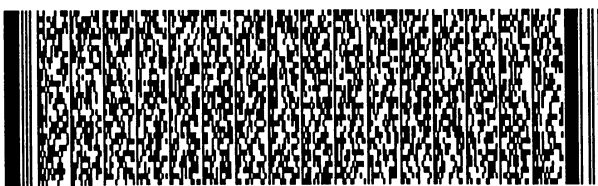
另一種可變RF相移器包括一由 LiNbO_3 製作之可變電壓光耦合器(voltage variable optical coupler)，其與一光纖延遲線(optical fiber delay line)相結合。請參考 "A Novel Wide-Band Tunable RF Phase Shifter Using a Variable Optical Directional Coupler", K. Ghorbani, A. Mitchell, R.B. Waterhouse, and M.W. Austin, IEEE Transactions on Microwave Theory and Technique, Vol. 47, No.5, Nov, 1999。

其中，上述元件在最大操作頻率80MHz時之最大相位移完全被限制在 $40^\circ \sim 60^\circ$ 內，其嵌入損常失(insertion loss)在80MHz時約8dB，此外以 LiNbO_3 。

因此，本發明就是要提供一種小型且便宜的相移器，其具有較大的頻帶，在GHz的頻帶也能具有 360° 的相位移能力。

發明摘要

本發明的第一個目的是提供一種小型連續可調諧式的相移器，其特別應用於無線射頻領域，此相移器亦應用於VHF、UHF、微波或是毫米波之頻帶。本發明之相移器包括一可作且粗調之數位二元微機電相移器(digital binary MEMs-based phase shifter)、及一電阻、電感、電容電路(以下簡稱RLC電路)，RLC電路以並聯方式與數位二元相



五、發明說明 (3)

移器連接，可作為微調之用，其中是以可變光能調整連續可變電阻以達到微調的目的。

本發明的第二個目的是提供一種連續相位調整的方法，包括下列步驟：提供一RLC電路，其具有一電阻、一電感及一第一電容；以及以光學方法連續改變該電阻之電阻值。

如上所述，一種小型可調變相移器具有 0° ~ 360° 之連續可調變相位移，此相移器可整合於傳統的矽或是砷化鎵晶圓。依據本發明較佳實施例，以RLC電路作為一低通濾波器，其具有非常低之嵌入損耗及在頻率響應中一近乎線性之相位延遲。此外，本發明之相移器具有很寬的操作頻帶，其頻寬可簡單地由調整RLC電路中的電阻及電容而改變，因此本發明之相移器可藉由一整合的微機電開關來調整上述參數，來調整頻寬。

因此，本發明之優點可分別敘述如下：其體積小，操作頻寬大，具有整合的可調變頻寬單元、在頻率響應中近乎線性之相位延遲、低嵌入損耗以及極高的最大相位位移。

此外，本發明之相移器僅需要少於10個整合於RLC電路的微機電開關即可得到 360° 的連續相位移，且其最大相位調整大於習知之相移器。

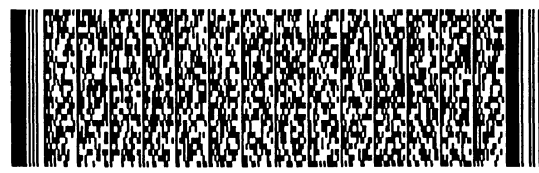
本發明之另一優點是因為使用現在商業上通用的矽及砷化鎵晶圓作為基底，因此使其售價降低。



五、發明說明 (4)

實施例

第1圖表示本發明較佳實施例之相移器之方塊圖，如第1圖所示，要進行相位調整之RF訊號由輸入端 RF_{in} 輸入，經過一3位元之二進位粗調相移方塊1，粗調相移方塊1包括一系列的微機電交換延遲線D1~D6 (MEMs-switched delay line)，每個對應設置一開關S1~S6。其中，在方塊1中包括三個區段A、B、C，每個區段均包括二個具有不同電性長度之臂及二個開關，可控制RF訊號由其中一端通過。請參考第1圖，區段A具有二臂D1, D2，且D1, D2相對具有開關S1, S2；區段B有二臂D3, D4，且D3, D4相對具有開關S3, S4；區段C具有二臂D5, D6，且D5, D6相對具有開關S5, S6。注入此種結構之RF訊號可藉由使訊號經由適當的電性延遲線(electrical delay line)即可提供8種(2^3)可能的相位調變： 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 315° 及 360° 。例如：各臂之距離比例可參考下表1，而表1中之d為一既定值。



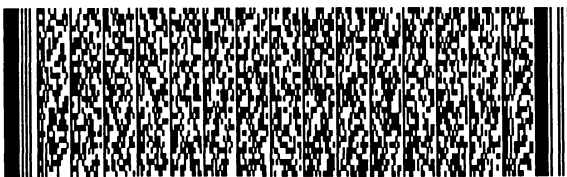
五、發明說明 (5)

表 1

臂	長度
D1	d
D2	4d
D3	d
D4	7d
D5	d
D6	13d

在2GHz的操作頻率下，產生 360° (24d)的相位移的延遲線的總長度為3.4吋，可在以矽為基底、寬度為52密爾的金線上產生50歐姆的微帶線(microstrip line)，而以鋁為基底之金線其長度為2.3吋、寬度則為24密爾，根據如第1圖之三位元粗調相移器，總長度24d即可產生 360° 之相位移，因此，在2GHz的操作頻率下，在矽基底上之d為142密爾，在砷化鎵基底上之d為96密爾。

下表2為開關S1~S6之所有可能變化，"NO"表示開關為導通，"OFF"表示開關為斷路。



五、發明說明 (6)

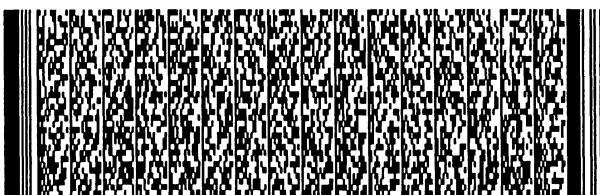
表 2

S1	S2	S3	S4	S5	S6	路徑長度	三位元之狀態			相位移
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	3d	1	1	1	45°
OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF	6d	0	1	1	90°
ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	9d	1	0	1	135°
OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	12d	0	0	1	180°
ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	15d	1	1	0	225°
OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	18d	0	1	0	270°
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	21d	1	0	0	315°
OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	24d	0	0	0	360°

因此，利用適當的MEM_S開關，就可決定相移器的相位移範圍，例如，一粗調相位移為225°，其可開閉S1、S3、S6即可，其可對輸入之訊號產生一路徑，此路徑之長度為D1+D3+D6=d+d+13d=15d，故相位移即為225°。

在第1圖的方塊圖中更包括一第七臂D7及一第七MEMS開關S7，其不具有相位移之功能，且可使輸入之訊號直接送至本發明之第二區段的微調相移器中，以提供0°~45°之相位移改變量。在此，其路徑長度與360°之相位移路徑相同為24d，而本發明也可不具有D7，由表2中可知，若S2=S4=S6=0，則相位移亦為360°。

本發明之相移器更包括了一微調相位移方塊2，其與



五、發明說明 (7)

粗調相位移方塊相串聯，目的在於提供額外的細部相位調整功能($0^\circ \sim 45^\circ$)，例如：所需之相位移為 218° ，故方塊1提供 180° 之相位移，而方塊2提供 38° 之相位移，即滿足需求。

方塊2包括一RLC電路，其中，電阻R為光導體(photoconductor)，其電阻可依光能 $h\nu$ 而連續變化。在如第1圖的較佳實施例中，電阻R與電感L並聯，再與一分流電容C串聯。對於小於1GHz之頻率範圍，電容C及電感L以使用分離之元件為佳；而對於大於1GHz之頻率範圍，電容C及電感L則以分別為開路或是通路的微帶線為佳。

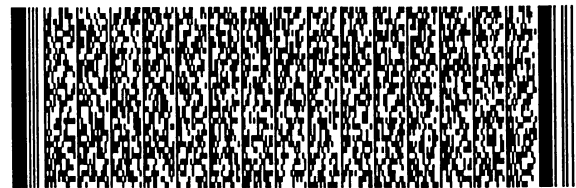
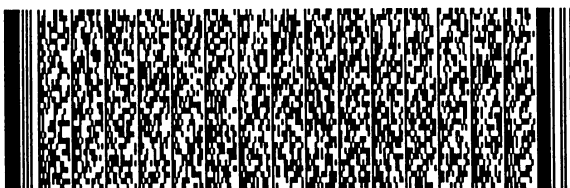
第1圖顯示一混合串並聯RLC電路結構，其可用其他的RLC電路結構取代，但如第1圖之RLC電路結構是較佳的，此電路可使得頻率與相位移之比例接近線性，且嵌入損失也較小。

第1圖之RLC電路系統若在一具有初始電壓 V_s 、負載50歐姆、輸出電壓 V_o 的系統作交流分析，則可得到下列近似的表示式，其中 $|V_o/V_s|$ 及 $\angle V_o/V_s$ 分別為電壓轉換函數之大小及相位。

$$|V_o/V_s| = (R^2 + w^2 L^2)^{1/2} / [(2R - w^2 LRC - 50w^2 LC)^2 + w^2 (2L + 0.02RL + 50RC)^2]^{1/2} \quad (1)$$

$$\angle V_o/V_s = \tan^{-1}(wL/R) - \tan^{-1}[w(2L + 0.02RL + 50RC) / (2R - w^2 LRC - 50w^2 LC)] \quad (2)$$

其中 w 為角頻率，由下式顯示第1式之電壓轉換函數為-3分貝之低通濾波器。



五、發明說明 (8)

$$[(R+50)^2 L^2 C^2] w^4 + [4(1+0.02R)^2 L^2 + 50^2 R^2 C^2 + 200(1+0.02R)LCR - 4LCR(R+50) - 8L^2] w^2 - 4R^2 = 0 \quad (3)$$

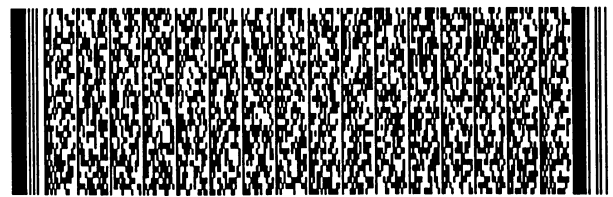
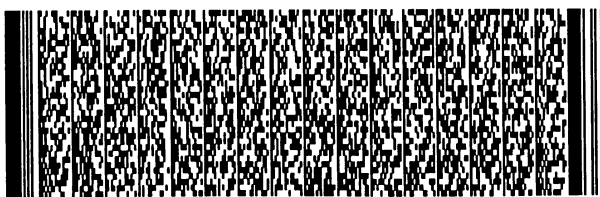
第3式是由第2式中將 $|V_o/V_s|$ 之值設為 $1/2^{1/2}$ (等於-3dB)而得出的，由第3式可知3dB之頻率是RLC之函數，在上述之頻率下，此電路之嵌入損失超過3dB，且相移器損耗較多的。

此裝置之輸入端及輸出端為一以導體形成之微帶線，如：金設置於氧化矽層10上，在此區域上的矽是被移除的，RF微機電開關是以塊狀微加工技術在一矽層上形成的，此技術在" Micromachined Low-Loss Microwave Switches", Z. Jamie Yao, Shea Chen, Susan Esheman, David Dennison, and Chuck Goldsmith, IEEE Journal of Microelectromechanical Systems, Vol. 8, No. 2, June 1999。

相較於第1圖，第2圖多了三個開關S8、S9、S10及三個電容C1、C2、C3，這些開關是用來切換RLC電路中C1、C2、C3之組合電容值，以控制相位移範圍，且在任何時候僅有一個開關是導通的。

為了簡化圖示，在圖中並未顯示一與上述開關連接的開關控制元件，且上述MEMS開關在其控制端被施加一直流控制電壓。

在RLC電路中之電感L是在一絕緣氧化層上以導體(如：金)製作而成之螺旋形電感，在其他實施例中，亦可利用商業上以鋁或矽基底之小形的螺旋形電感，以環氧樹



五、發明說明 (9)

脂將電感固定於相移器基底上，再將其與基底導通。在較佳實施例中在基底上直接製造的電感會降低寄生效應，並使成本降低。

在RLC電路中之電容C1、C2、C3是以金氧半導體結構製作的，其下層的半導體以大量離子植入的方式形成一電極，在其他實施例中，電容C1-C3可用商業化的晶片型電容，以環氧樹脂將電容固定於相移器基底上，再將其與基底導通。在較佳實施例中在基底上直接製造的電容會降低寄生效應，並使成本降低。

在RLC電路中之光電阻 $R(\lambda)$ 是以最上層的矽層作少量的摻雜，而形成一高黑暗狀態(dark-state)的電阻，其矽層之摻雜通常介於 10^{12} 到 10^{14} cm^{-1} 之間；一低價的發光二極體11提供高於半導體能階之光能，並以環氧樹脂將其固定在表面SOI層上，此發光二極體可提供RLC電路的光電阻所需連續變化之光能。為了使整個裝置更小，晶片型之LED或是雷射二極體是較佳的，而且其發出之光波長必須可被光電阻接收，以矽為例其較佳波長為400-1000nm。

由LED11所發出之光可用一光波導或是固定之光纖來傳遞，在第2圖所示之結構中，V形凹槽由SOI層之頂層矽層蝕刻而成，以支撐光纖，V形凹槽13以溼蝕刻在結晶片基底的結晶面上形成。為了要使光電阻與LDE的光耦合效能提高，可採用多模光纖，以加大光纖傳輸之光量。以上就完成小型、低價、可作連續相位移之相移器。

另一實施例則是以一光波導取代光纖，相反的，若光



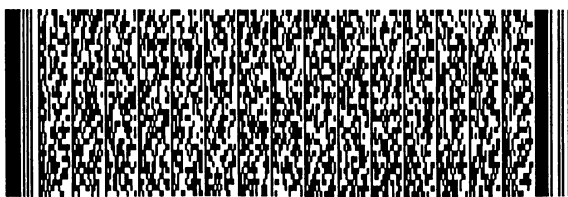
五、發明說明 (10)

電阻之作用層是以三五族材料形成的，如砷化鎵，LED可同時在製作光波導時製作出來，這樣本發明之體積又會更小了。

應注意的是，傳統的RF可變相移器在頻率響應時，相位移對頻率之斜率會隨著頻率的增加而增加，因此需以機械的方式調整延遲線的長度，這種相移器必須有相位移對頻率之參數，也就是在最大延遲線長度下每度相位移所對之單位頻率，這稱為最大相位修正(maximum phase adjust)，例如：一可變相移器之最大相位修正為 60° 。

/GHz，也就是假設在相同的比例範圍下，在1GHz時相位移為 60° ，在6GHz時相位移則為 360° ，另一個參數是操作頻寬，其表示在此頻率範圍內最大相位移修正不存在，且其嵌入損常非常低(3dB)，在上述例之中，相移器具有一操作頻率範圍於0-10GHz，在送入直流訊號時之相位移為 0° ，而在10GHz時之相位移會是 600° 。另外，在各個操作頻率時，可藉著改變延遲線之長度而使相位移可由0到最大相位之間變化，在上述例子中，可變相位移在2GHz之範圍在 $0^\circ \sim 120^\circ$ 之間。

相反地，本發明之可變相移器在非常寬的操作頻寬內具有高可操作最大相位移之優點，其又可作相位微調、低嵌入損耗、接近線性的相位對頻率比。在理想狀況下，其在很大的頻率範圍內需要非常高的可操作最大相位移，且同時又具有可微調的功能，例如：若最大操作頻率為2GHz，最大相位修正則需要 180° /GHz以上，使最大相位



五、發明說明 (11)

移可以在 360° 以上。然而，因為相位移與頻率是線性相關的，在 2GHz 時之最大相位移小於 360° ，若適當改變粗調相移器之各延遲線長度，即可得到本發明之 $180^\circ/\text{GHz}$ 相位修正。

本發明相移器之RLC類比微調方塊可作小於 0.1° 之微調控制，相位移修正可利用LED或是雷射二極體源的連續類比調整能力對光電阻作連續調整而達成，因此在操作頻率範圍內可得到低於 -3dB 的嵌入損失。

本發明的較佳實施例提供所需低嵌入損耗及在所需操作頻寬中接近直線之相位頻率響應，為了實現這個，可用前述的方程式得出適當的R、L、C值，但上述分析是很複雜的，故可利用一電路分析體Libra™對RLC電路連行分極。

請參考第3A-3C圖及第4A-4C圖，其顯示具有頻率依存之相位對嵌入損失關係，其中 $L=3\text{nH}$ 、 $C=0.1, 0.75, 2\text{pF}$ 、R在 $1\sim 100\ \Omega$ 之間改變，且其頻寬範圍在 2GHz 。

如同模擬的資料顯示，在低於 2GHz 頻率狀態下，嵌入損失小於 3dB 。

為了要代表 $0^\circ\sim 45^\circ$ 的所有相位調整範圍，以三種不同的電容值作為試驗，整一個電容值代表 $0^\circ\sim 45^\circ$ 的一部份範圍，因此，若以三個MEMs開關切換這三個電容即可得到全部的調整範圍。

如模擬結果第3A、3B、3C圖所示，電阻在兩個數量級($1\sim 100\ \Omega$)的範圍內改變，即可完全得到三個電容值的相



五、發明說明 (12)

位移範圍內的各個相位移值，第3A~3B圖則為模擬光電阻值為1、10、100 Ω 及電容值為0.1、0.75、2pF之相位移對頻率之關係圖，C值與一電感值3nH結合作用，以致於光電阻值在1~100 Ω 中變動，並得到0°~60°的連續相位微調範圍。因為在這個區段所要求的最大相位移值為45°，但事實上本發明已超出這個要求範圍。事實上，操作頻率在1.5GHz時可得到45°的相位移，但值得注意的是當光電阻超過100 Ω 時，相位移值並不會產生多大的增加，而是相對增加了其嵌入損失。

相移器的另一個重要參數為嵌入損失，請參考第4A、4B、4C圖，其顯示本發明相移器之嵌入損失與頻率之關係圖，本發明之目的在於使嵌入損失在任何操作頻率範圍內低於3dB，因為在微調區段RLC電路的低通特性，嵌入損失會隨著頻率增加，在1.5~2GHz的頻率範圍內，此區段之最大相位調整範圍均可到達45°。

在第4A、4B、4C圖中之電容值C1、C2、C3較佳為0.1、0.75、2.0pF，這些數值決定此實施例之可達成相位移範圍，例如：C=2pF、操作頻率為2GHz時，光電阻在1~100 Ω 間變化可得30°~60°之間的相位移；當C=0.75pF時，相位移範圍為15°~30°；當C=0.1pF時，相位移範圍為0°~20°。

根據本發明實施例，電阻的變化是因光傳導效應而產生的，以矽材質為例，黑暗效應產生100 Ω -cm的電阻可由低摻雜材質輕易得到，假設一塊狀材質長度為l、寬度為



五、發明說明 (13)

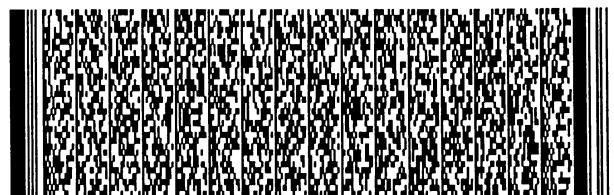
w、深度為d，若其 $l/(dm)=1\text{cm}^{-1}$ ，則可得其相對黑暗電阻 R_0 為 $100\ \Omega$ ，且其光耦合電阻 R_λ 可由下式得到。

$$R_\lambda = (h\nu l^2) / (q \eta P_\lambda \mu_n \tau) \quad (4)$$

其中 $h\nu$ 是光能量， P_λ 為光導效應之光能， η 為量子效能參數， μ_n 及 τ 是半導體材料的載子移動參數及壽命參數， q 是電荷量。假設載子移動參數為 $1000\text{cm}^2/\text{V-s}$ 、壽命參數為 $100\ \mu\text{s}$ ，以接近紅外線波長之可見光光能

$1.3\text{--}2.5\text{mW}$ 照射 $100\ \mu\text{m}$ 長的矽材，在量子效能參數接近1的狀況下，即可產生 $1\ \Omega$ 的光電阻。因此，在 $0\text{--}2.5\text{mW}$ 的範圍內改變光能即可得到連續的光電阻 $1\text{--}100\ \Omega$ ，使得上述的RLC電路可產生 $0^\circ\text{--}45^\circ$ 的相位移，而具有低於 $1\ \Omega$ 的光耦合電阻 R_λ ，可由小於 10mW 的光能或是小於 1mm 的幾何尺寸而得到；相對地，高於 $100\ \Omega$ 的光耦合電阻 R_λ ，可由大於 $100\ \Omega\text{-cm}$ 的黑暗效應電阻率 $100\ \Omega\text{-cm}$ 而得到。

藉由上述結構與本發明之三位元二進位延遲線相移器結合，可得到一個可 $0^\circ\text{--}360^\circ$ 變化之相移器，另外，若改變位於RLC電路中之電容與電感值，即可整其適用頻寬。值得注意的是若降低了RLC電路中的電容及電感值，相移器的操作頻寬會增加，而若加大RLC電路中的電容及電感值，相移器的操作頻寬會下降。例如， $L=1\text{nH}$ 、 $C=0.2\text{pF}$ ，在 10 及 7.5GHz 時之最大相位移分別為 55° 及 45° ，且其嵌入損失小於 3dB ；而相移器在 10GHz 時，類比微調區段在光電阻介於 $1\text{--}100\ \Omega$ 之間可產生之相位移介於 $25^\circ\text{--}55^\circ$ 之間。若電阻為 0.05pF 或是 0.01pF ，其相位移則

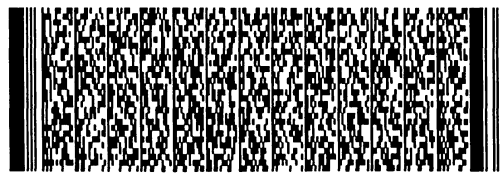
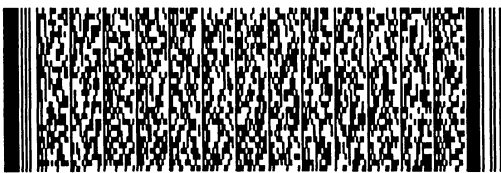


五、發明說明 (14)

為 $5^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 之間及 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 之間。再者若操作頻率為2GHz，整個相位移範圍則介於 $0^{\circ} \sim 55^{\circ}$ 之間，在操作頻率為10GHz時則可得到 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 之間的連續相位移，且其嵌入損失小於3dB。

除了提供連續地、大頻寬地可變RF相位移之外，本發明之相移器另具有整合性的優點，其使得相移器小型化且成本降低，這主要是利用在矽或是砷化鎵基材上製作RF微機電開關及RLC電路的緣故，其中RLC電路中之光電阻利用低價的LED作為其光源，其亦可輕易得整合進入相移器的製程中。

雖然本發明已以較佳實施例揭露如上，然其並非用以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作些許之更動與潤飾，因此本發明之保護範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

為了讓本發明之上述和其他目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉一較佳實施例，並配合所附圖示，作詳細說明如下：

第1圖為本發明相移器之方塊圖

第2圖為第1圖中相移器之立體圖

第3A-3C圖為實施例中以電容C1、C2、C3，根據相位所作出之波頻圖。

第4A-4C圖為實施例中以電容C1、C2、C3，根據嵌入損耗所作出之波頻圖。

符號說明：

1 相位粗調區

2 相位微調區

S1~S10 MEMs 開關

D1~D7 延遲線

h ν 光能

R(λ) 光耦合電阻

L 電感

C, C1~C3 電容



四、中文發明摘要 (發明之名稱：運用連續可調諧式微機電開關之相移器)

一種相移器包括一相位粗調區及一相位微調區，該相位粗調區可提供複數個不連續的相位移。該相位微調區包括一RLC電路，其與相位粗調區串聯，且具有一電阻、一電感及一第一電容；相位微調區更具有一光學配置，可以光學的方式改變電阻之電阻值。此相移器具有可在GHz頻率下具有大頻寬、可360°連續相位移、接近線性的頻率對相位移關係、低嵌入損失及高最大相位修正等優點。

英文發明摘要 (發明之名稱：CONTINUOUSLY TUNABLE MEMS-BASED PHASE SHIFTER)

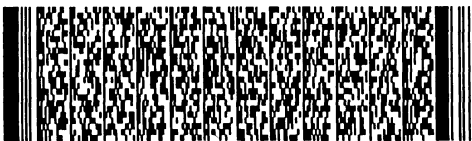
A phase shifter comprises a coarse phase tuning arrangement and a fine phase tuning arrangement. The coarse phase tuning arrangement provides a discrete number of phase shifts. The fine phase tuning arrangement includes a RLC network, having a resistor, an inductor and a capacitor. The fine phase tuning arrangement also comprises an optical arrangement for varying the resistance value of the resistor. This phase shifter is able to obtain broadband, continuous 360° phase shifting also at



四、中文發明摘要 (發明之名稱：運用連續可調諧式微機電開關之相移器)

英文發明摘要 (發明之名稱：CONTINUOUSLY TUNABLE MEMS-BASED PHASE SHIFTER)

Gigahertz frequencies. It also allows close to linear phase shift versus frequency resulting in true time delay capability, very low insertion loss and high value of maximum phase adjust.



六、申請專利範圍

1. 一種相移器，包括：

一相位粗調區，可提供複數個不連續的相位移；以及

一相位微調區，包括：

一RLC電路，與該相位粗調區串聯，其具有一電阻、一電感及一第一電容；以及

一光學配置，可以光學的方式改變該電阻之電阻值。

2. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該相位粗調區包括一三位元二進位相移器。

3. 如申請專利範圍第2項所述之相移器，其中該相位粗調區提供 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 315° 及 360° 之相位移，而該相位微調區提供額外介於 0° 至 45° 之間之相位移角度。

4. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該相位粗調區更包括複數個延遲線。

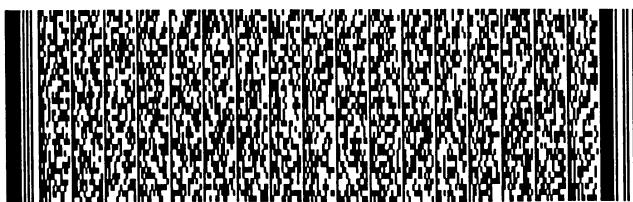
5. 如申請專利範圍第4項所述之相移器，其中該延遲線為以MEMs開關所控制之延遲線。

6. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該電阻與該電感並聯後，再與該第一電容串聯。

7. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該電感以一微帶線(microstrip line)所構成。

8. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該RLC電路更包括一第二電容及一第三電容。

9. 如申請專利範圍第8項所述之相移器，其中該電阻與該電感並聯後，再與該第一電容、該第二電容及該第三



六、申請專利範圍

電容串聯。

10. 如申請專利範圍第9項所述之相移器，其中該第一電容、該第二電容及該第三電容分別透過一第一開關、一第二開關及一第三開關選擇性的與該電阻及該電感連接。

11. 如申請專利範圍第9項所述之相移器，其中該電感之電感值為3nH，該第一電容之電容值為0.1pF，該第二電容之電容值為0.75pF，該第三電容之電容值為2pF。

12. 如申請專利範圍第11項所述之相移器，其中該電阻之電阻值可以光學方式在1至100 Ω 之間變化。

13. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該電阻之電阻值可以光學方式在1至100 Ω 之間變化。

14. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該電感具有可變電阻值，且該第一電容具有可變電容值。

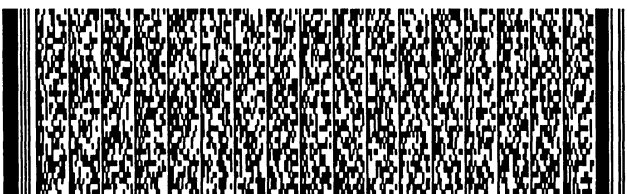
15. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該電感為一螺旋形電感。

16. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該相位粗調區及該相位微調區是在同一SOI(Silicon-on-insulator)基材上製作而成。

17. 如申請專利範圍第16項所述之相移器，其中該第一電容是以MOS結構(metal-oxide-semiconductor)所製作而成。

18. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該光學配置包括：

一光纖，其與該電阻光耦合；



六、申請專利範圍

一發光二極體或一雷射二極體，其與該光纖光耦合。

19. 如申請專利範圍第18項所述之相移器，其中該光學配置，更包括一凹槽以支撐該光纖。

20. 如申請專利範圍第18項所述之相移器，其中該光纖為一多模光纖。

21. 如申請專利範圍第18項所述之相移器，其中該相位粗調區更包括複數個延遲線。

22. 如申請專利範圍第21項所述之相移器，其中該延遲線為以MEMs開關所控制之延遲線。

23. 如申請專利範圍第1項所述之相移器，其中該光學配置包括：

一光導，其與該電阻光耦合；

一發光二極體或一雷射二極體，其與該光導光耦合。

24. 一種連續相位調整方法，包括下列步驟：

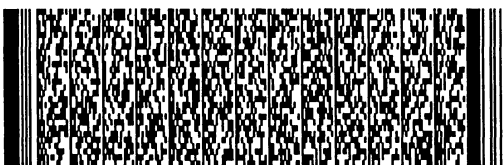
提供一RLC電路，其包括一電阻、一電感及一第一電容；以及

以光學的方式調整該電阻之電阻值。

25. 如申請專利範圍第24項所述之連續相位調整方法，其更包括下列步驟：

提供 45° 、 90° 、 135° 、 180° 、 225° 、 270° 、 315° 及 360° 之不連續相位移，而該RLC電路提供額外介於 0° 至 45° 之間之相位移角度。

26. 如申請專利範圍第24項所述之連續相位調整方法，其中該電感以一微帶線(microstrip line)所構成。

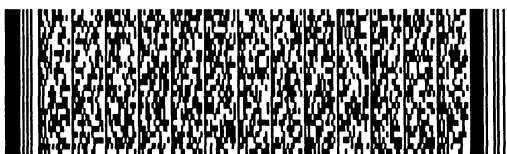


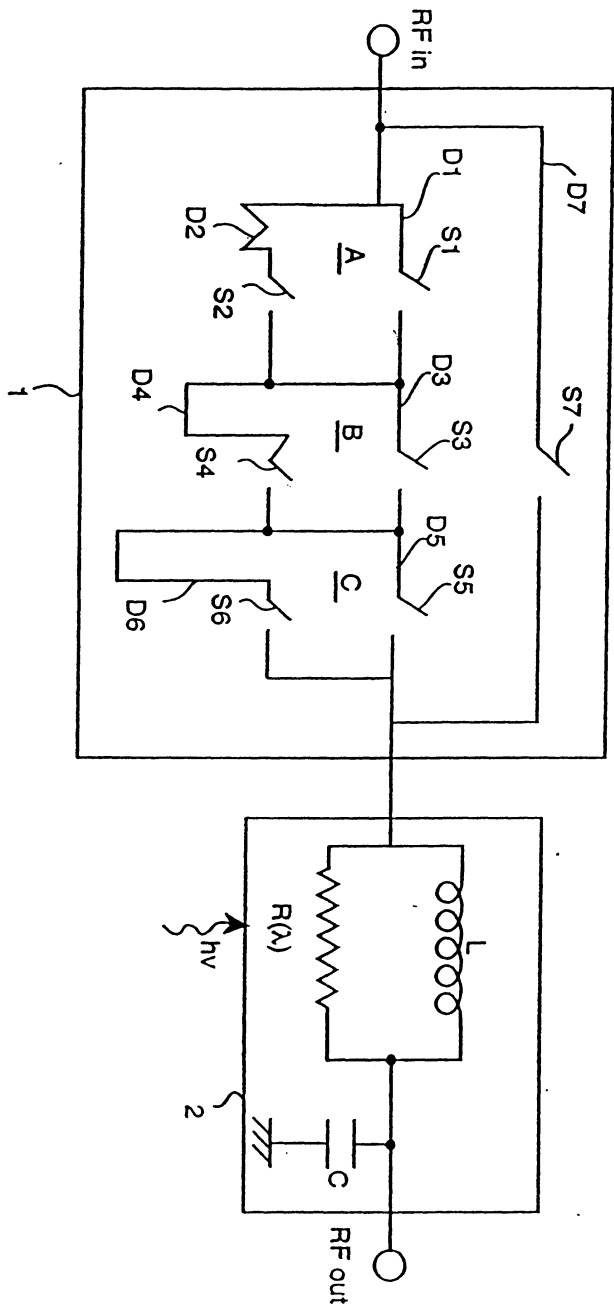
六、申請專利範圍

27. 如申請專利範圍第24項所述之連續相位調整方法，該RLC電路其中該RLC電路更包括一第二電容及一第三電容。

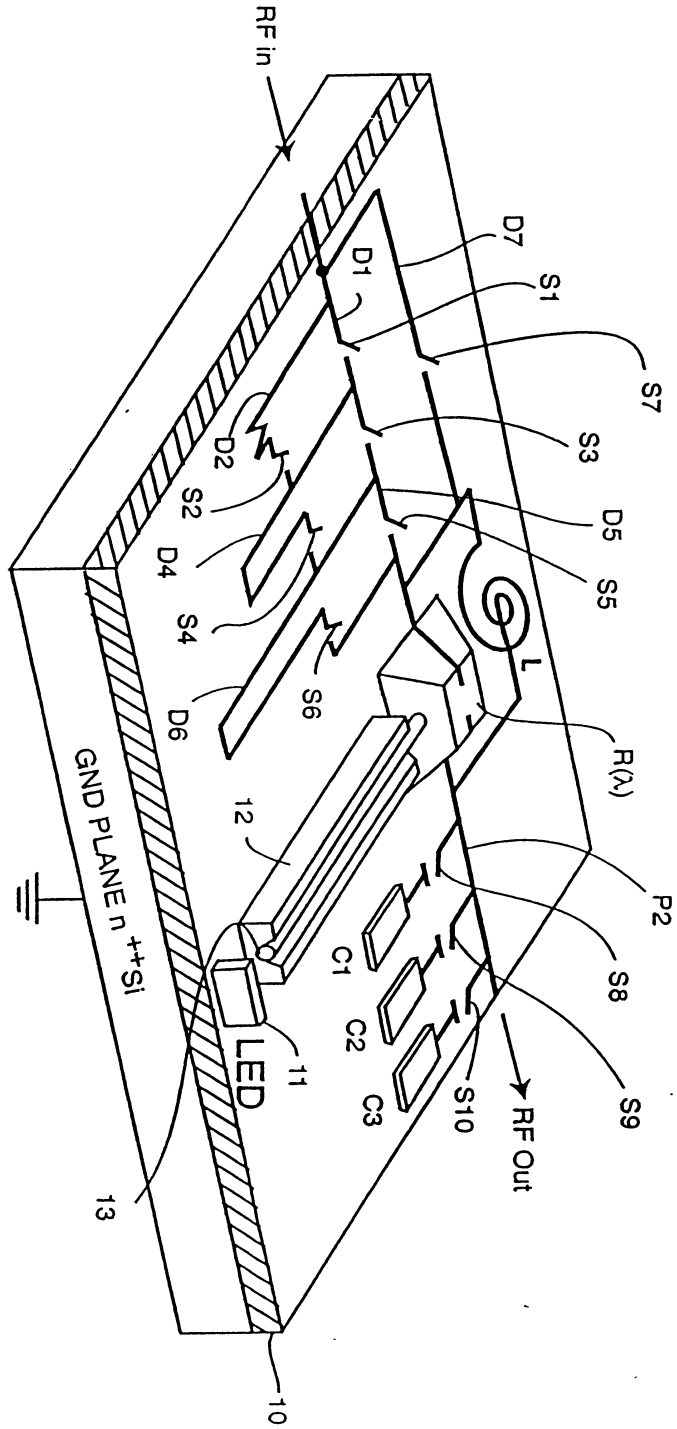
28. 如申請專利範圍第24項所述之連續相位調整方法，其中該電感之電感值為3nH，該第一電容之電容值為0.1pF，該第二電容之電容值為0.75pF，該第三電容之電容值為2pF。

29. 如申請專利範圍第24項所述之連續相位調整方法，其中該電阻之電阻值可以光學方式在1至100 Ω 之間變化。

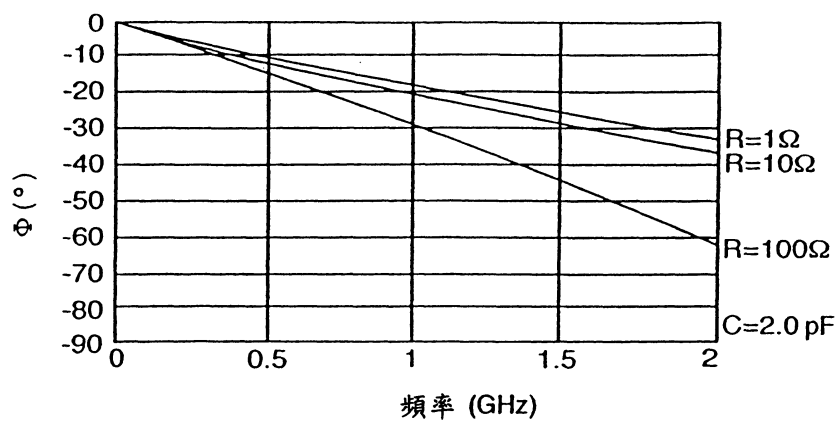




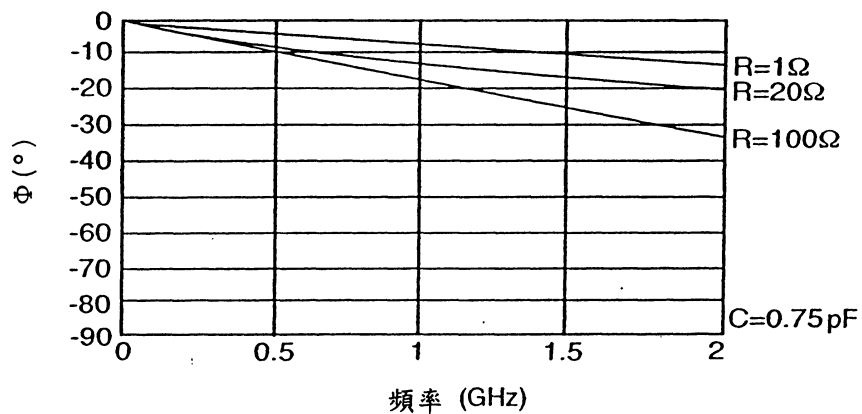
第1圖



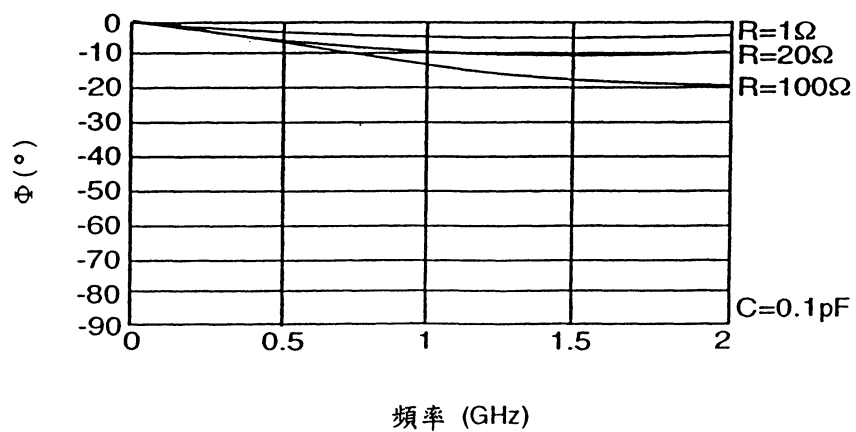
第 2 圖



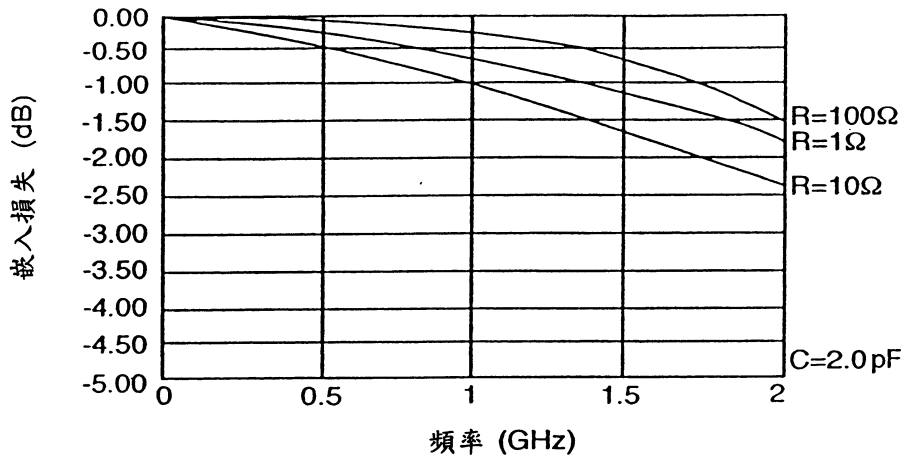
第 3A 圖



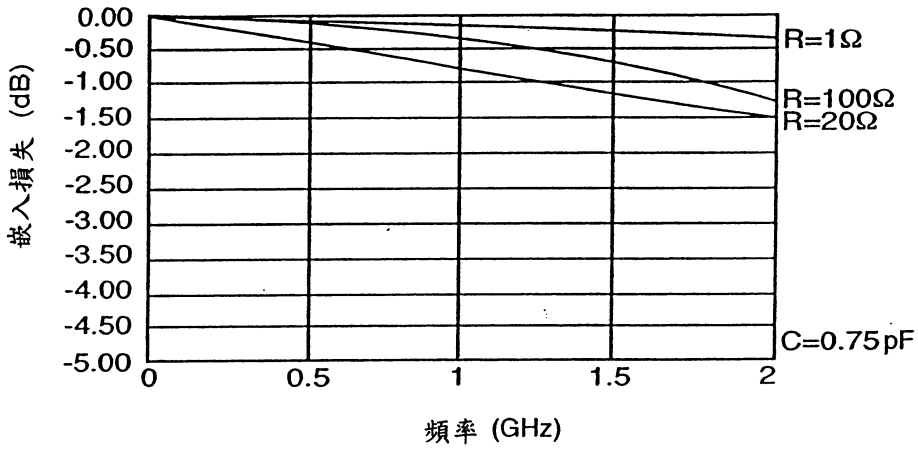
第 3B 圖



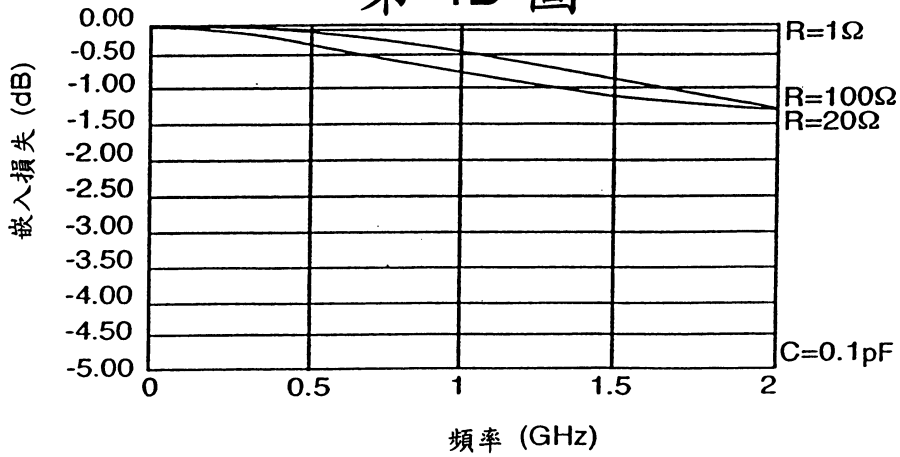
第 3C 圖



第 4A 圖



第 4B 圖



第 4C 圖