

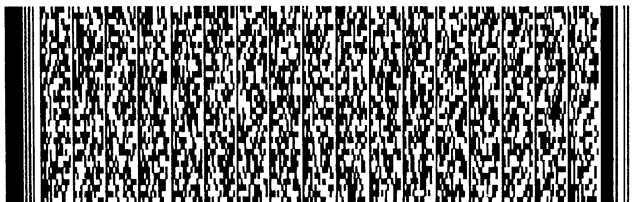
# 公告本

申請日期： 91.12.12	IPC分類 G06F 17/50	I221237
申請案號： 91136048		

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一、 發明名稱	中文	功率分配系統之共振頻率之調離方法
	英文	Method of Detuning Resonant Frequencies of a Power Distribution System
二、 發明人 (共1人)	姓名 (中文)	1. 張存續
	姓名 (英文)	1. CHANG, Tsun-hsu
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹市金山里20鄰光復路一段89巷127號4F-2
	住居所 (英文)	1. 4F1.-2, No. 127, Lane 89, Sec. 1, Guangfu Rd., 20 Lin, Chin-shan Li, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或姓名 (中文)	1. 矽統科技股份有限公司
	名稱或姓名 (英文)	1. Silicon Integrated Systems Corp.
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹科學園區研新一路16號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 16, Creation Rd. 1, Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 劉曉明
	代表人 (英文)	1. LIU, Samuel S.M.



## 一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

無

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

寄存日期：

無

寄存號碼：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

## 五、發明說明 (1)

## 一、【發明所屬之技術領域】

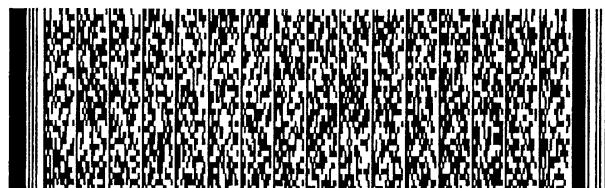
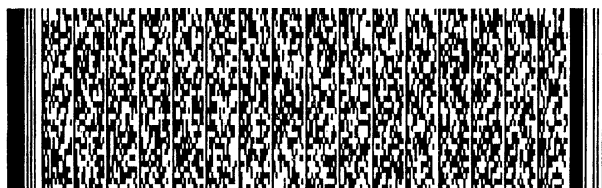
本發明係關於一種功率分配系統。本發明尤其關於一種藉由重新調整電源/接地平面之布局而調離功率分配系統之共振頻率之方法。

## 二、【先前技術】

對於更快的資料處理速率之要求，需要更高的操作頻率，進而限制了由雜訊所造成之時序歪斜(Timing Skew)之最大可容許值。此外，為了降低高密度布局中之電磁干擾(Electromagnetic Interference, EMI)與功率銷耗，以較低的電壓信號為佳。此兩項要求促使功率品質研究之進行，目標在於如何提供較佳的供應電壓品質以及降低可能的雜訊來源。然而，功率供給之品質相對上仍屬於未被探索的技術領域，因為其通常牽涉到更加複雜的系統，稱為功率分配系統(Power Distribution System, PDS)。

多層印刷電路板(Multi-layer Printed Circuit Board, PCB)之PDS通常包含電源平面與接地平面以及交互連接通孔，因此基本上為電感性。所以，功率供給系統之阻抗隨著操作頻率增加。高速度與低電壓的信號系統需要低的目標阻抗。尤其是在高頻領域中，阻抗與供應電壓品質彼此相關。通用的解決方式為添加足夠數目的通孔，以降低系統之電感值。

PDS之另一重要問題係關於共振之影響。如前所述，PDS係由若干個可儲存雜訊電磁能量的共振器之導電平面

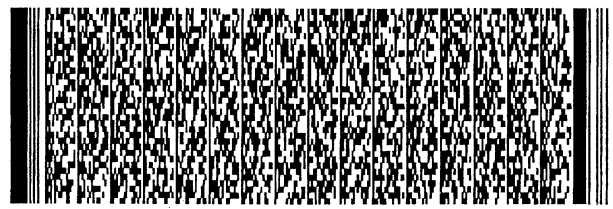
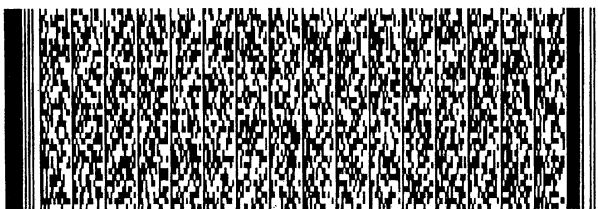


## 五、發明說明 (2)

所組成。倘若設計不當，使操作頻率或其諧波 (Harmonics)，例如 533 MHz 與其第三諧波 1600 MHz，位於或接近共振頻率，則供應電壓可能隨著時間變化，造成信號耦合額外的雜訊。即使穿過平面層而無物理接觸的信號，例如從頂層至底層的信號通孔，也會從共振器耦合一些雜訊。特別是多個信號同時開關雜訊 (Simultaneous Switching Noise, SSN/SSO)，將使 EMI 問題更糟糕。在任一情況中，共振之影響可能不僅導致功率完整性問題並且造成嚴重的信號完整性問題。因而，在設計階段時即應導入共振影響分析。

若干解決方式已經提出。最常用的解決方式是添加去耦合/旁通電容於適當位置，以提供等效的短路迴路並吸收高頻雜訊。然而，去耦合電容之施加受到引線之等效的串聯電感 (ESL) 所限制，使得電容於高頻領域中變成電感性。再者，在若干緻密的基板布局中，無足夠空間容納此等額外的電容。

另一解決方式為降低共振系統之品質因子。此可藉由兩種方式完成。第一種方式為藉由採用損失性介電材料來增加損失。然而，最常用的介電材料為環氧樹脂纖維玻璃 (Epoxy-Resin-Fiber Glass, FR4)，其於 1 GHz 時具有 0.02 的損失切線 (Loss Tangent)，但仍不夠提供足夠的損失。因而，必須開發新的材料。另一方法為添加若干損失性材料於電路板邊緣，稱為電阻性終端。此方法可於高頻領域中有效地使從邊緣不連續而來的反射與輻射最小化，



## 五、發明說明 (3)

但因缺乏適當的吸收材料所以無法提供寬頻帶吸收。

## 三、【發明內容】

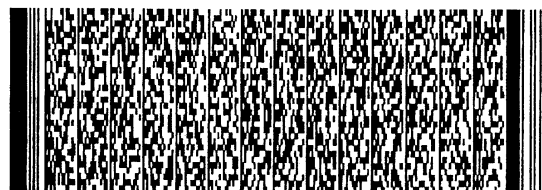
有鑒於前述問題，本發明之一目的在於提供一種使電源/接地平面之基礎共振頻率調離操作頻率與其諧波方法。

本發明之另一目的在於提供一種藉由外界探針重新建構共振場圖案之方法，藉以促進最佳的整形位置之確定。

本發明人藉由使用商業上可得的模擬軟體與電性量測而從頻率領域觀點分析兩銅層PCB之共振影響。對於圓形與矩形微帶共振器之知識提供對於更複雜的布局之基礎。最後，本發明應用至更實際的布局以展示出達成有意義的頻率調離。

依據本發明之一態樣，一種共振頻率之調離方法包括：a) 確定一電源/接地平面之一共振模式之一電場之一強度分佈，b) 基於從步驟a)所獲得的電場之該強度分佈而確定該電源/接地平面之至少一區域，使得該電場之該強度分佈中之一相對高的強度係位於該至少一區域中，以及c) 重新調整該至少一區域。

該電源/接地平面之該共振模式之該電場之該強度分佈係藉由下列步驟所確定：a) 在一頻率領域中對於該電源/接地平面之一位置測量一反射係數 $S_{11}$ ；b) 依據下列方程式計算該電場 $f$ 之一強度： $f \propto \sqrt{1-S_{11}^2}$ ；以及c) 重複該



#### 五、發明說明 (4)

步驟a)與b)遍及該電源/接地平面，以建構該電場之該強度分佈。

依據本發明之方法有效地降低PDS中之電源/接地雜訊且應該併入電路設計之考慮。雖然本說明書中僅展示若干幾何形狀，但本發明可應用至更複雜的電源/接地布局。

#### 四、【實施方式】

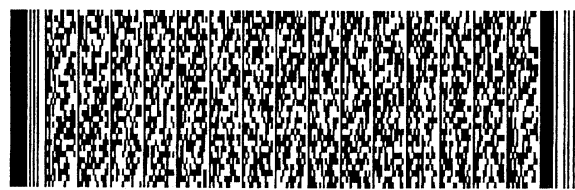
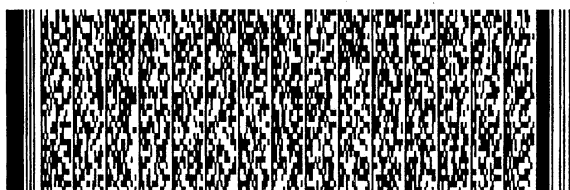
下文中之說明與附圖將使本發明之前述與其他目的、特徵、與優點更明顯。

茲將參照圖示詳細說明依據本發明之較佳實施例。

在多層PCB中，相較於電源/接地平面之尺寸而言，介電層之厚度通常很小。對於此高的長寬比(從數十到數百倍)而言，假設電源/接地平面之電場分佈在沿著電源/接地平面之法線方向上的分量為固定且在垂直於法線方向上的分量係由電源/接地平面之邊界條件所決定(亦即，TM模式)。

在多層PCB應用中，電源/接地平面形狀一般上可修改。因而，從各種布局中粹取其普遍性質是有價值的。為了使本發明及其效果更容易被瞭解，將預先分別研究且說明兩種最簡單的平面型微帶共振器，亦即圓形微帶共振器與矩形微帶共振器，用以作為概念上的闡述。

圖1A至1D顯示圓形微帶共振器之首先四個共振模式之電場分佈輪廓。具體言之，圖1A至1D分別顯示四個模式 $TM_{110}$ 、 $TM_{210}$ 、 $TM_{010}$ 、與 $TM_{310}$ 之位於圓形微帶共振器之中間平面



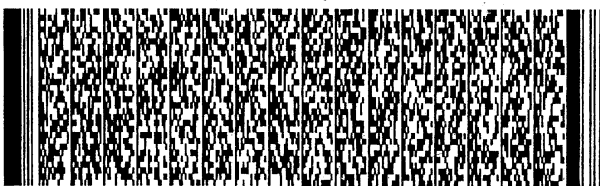
## 五、發明說明 (5)

的電場分佈輪廓。圖1A至1D所示的電場分佈輪廓係從依據電磁學理論的數學方程式分析或者使用商業上可得的軟體之數值模擬所獲得。此共振器之粗略分析可藉由將外邊界(在此例中半徑為20 mm)當作完美的開路電路邊界(磁壁)來處理而實現。共振器中之電場將不會取決於 $z$ 座標，且電場之唯一分量為軸向場分量 $E_z$ 。

既然沿著 $z$ 方向的電場分量固定，故查看共振器之中間平面不會喪失一般性。場圖案看起來像是圓形波導中之TE模式。但應注意的是，不像圓形波導中之TE模式，電場( $E_z$ )因開路的邊界條件而使其最大值靠近圓盤之邊緣。另一重要的事實為在同一結構中共同存在有簡併模式(Degenerate Mode)，具有相同的場圖案但不同的極化。舉例而言，圖1A所示的模式 $TM_{110}$ 具有二個簡併模式，其中每一個之方位角彼此相差90度，且圖1B所示的 $TM_{210}$ 也具有方位角相差45度之二個簡併模式。為了使展示清晰起見，僅顯示相關的極化模式。

圖2A至2D顯示長寬比為2之矩形微帶共振器之首先四個共振模式之電場分佈輪廓。具體言之，圖2A至2D分別顯示於矩形微帶共振器之中間平面處計算的首先四個模式 $TM_{100}$ 、 $TM_{010}$ 、 $TM_{200}$ 、與 $TM_{110}$ 。圖2A至2D所示的電場分佈輪廓係從依據電磁學理論的數學方程式之分析解或者使用商業上可得的軟體之數值模擬所獲得。如同圓形微帶共振器，最大場強度約略位於共振器之邊緣/角落。

應注意圖1A至1D與圖2A至2D所示的電場輪廓係從不需



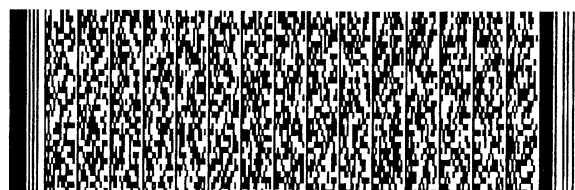
## 五、發明說明 (6)

電性量測之數學方法所獲得。依據本發明，提供一種藉由外界探針進行電性量測而重新建構電場輪廓之方法。

品質因子係關聯於共振系統的獨特性質。然而，當測量共振系統之品質因子時，無可避免地會擾亂原始系統。測量品質因子之常用方式係藉著最小耦合對其進行探測。但在此處之應用中，使用仔細校對探針尖頂之探針連接至電源針部與最靠近的接地針部將更有效率且更具成本效益。以此方式，探針與共振器強烈地耦合。在一方面上，耦合影響將使共振頻率輕微偏離且造成品質因子變成具有位置相關性，但在另一方面上，其也提供一種探測電場分佈之手段。從測量的觀點來看，耦合量之變化提供了檢視共振場強度分佈之手段。

圖3A顯示在圓形微帶共振器之不同位置處所測得的反射係數 $S_{11}$ 與掃描頻率之圖，而圖3B顯示在矩形微帶共振器之不同位置處所測得的反射係數 $S_{11}$ 與掃描頻率之圖。如前所述，對於圓形與矩形共振器兩者而言，反應曲線皆具有位置相關性。當耦合度愈高，愈多的能量注入共振器，因而反射將變得甚小。此意謂倘若探測共振器之場最大值時，則會獲得最小的反射。相反地，倘若探測共振器之場最小值時，則測量信號無法被耦合入共振器中，導致高反射或者甚至全反射。基於下列方程式，

$$f(x, y) \propto \sqrt{1 - S_{11}^2(x, y)}$$



## 五、發明說明 (7)

此處  $f$  為電場強度且  $S_{11}$  為反射係數，兩者皆為探測位置  $(x, y)$  之函數，可確定電場之相對強度之分佈。

圖4A顯示圓形微帶共振器之基諧模式之相對電場強度，而圖4B顯示矩形微帶共振器之基諧模式之相對電場強度。如圖4A與4B所示，實線代表如圖1A與2A所示的數值計算結果，而點線代表依據本發明經由在各種位置探測共振器之電性量測與重新建構的結果。

圖5顯示依據本發明之PDS共振頻率之調離方法之流程圖。參照圖5，依據本發明之共振頻率之調離方法包括：確定一電源/接地平面之一共振模式之一電場之一強度分佈(步驟501)、基於從步驟501所獲得的電場之該強度分佈而確定該電源/接地平面之至少一區域，使得該電場之該強度分佈中之一相對高的強度係位於該至少一區域中(步驟502)、以及重新調整該至少一區域(步驟503)。參照圖6至11，依據本發明之共振頻率之調離方法分別應用至一圓形、一矩形、以及一Y形微帶共振器。

如前文關聯於圖1A至1D與2A至2D之說明所述，由於特定的邊界條件，所以圓形與矩形微帶共振器之電場圖案之場最大值基本上位於邊緣。因此，重新調整關聯於場最大值之區域將改變共振頻率。

圖6A顯示依據本發明之圓形微帶共振器之重新調整方法之示意圖，而圖6B顯示圓形微帶共振器之重新調整對於共振頻率之影響。首先二個軸向模式(實線代表  $TM_{110}$  與  $TM_{210}$



## 五、發明說明 (8)

模式)及其簡併模式(虛線代表 $TM_{110}^*$ 與 $TM_{210}^*$ 模式)顯示於圖6B中。既然 $TM_{110}$ 模式中之相對高的強度位於重新調整區域 $\Delta r$ 中,如圖1A所示,故依據本發明重新調整圓形微帶共振器有效地修改變電場分佈之邊界條件,導致共振頻率之有意義變化。如圖6B所示,在切割比率 $\Delta r/r_0$ 為10%之條件下, $TM_{110}$ 模式之共振頻率增加大約10%。附帶一提,有趣的是簡併模式 $TM_{110}^*$ 本質上不受圖6A之重新調整方法所修改,因為其相對高的強度集中於相反極化處進而幾乎不受影響。從圖6B清楚可見,當應用圖6A之重新調整方法時, $TM_{110}$ 基諧模式共振頻率之具有最大的變化。既然 $TM_{110}$ 模式具有最低的共振頻率且一般上為功率品質之最大潛在危害者,故提高 $TM_{110}$ 模式之共振頻率對於系統而言最有益處。

圖7A顯示依據本發明之矩形微帶共振器之重新調整方法之示意圖,而圖7B顯示矩形微帶共振器之重新調整對於共振頻率之影響。既然 $TM_{100}$ 模式之相對高的強度位於重新調整區域 $\Delta L$ 中,如圖2A所示,故依據本發明重新調整矩形微帶共振器有效地修改變電場分佈之邊界條件,導致共振頻率之有意義變化。如圖7B所示, $TM_{100}$ 基諧模式之共振頻率反比於矩形微帶共振器之長度 $L$ 。相反地,此矩形微帶共振器之寬度 $W$ 對於 $TM_{100}$ 基諧模式之共振頻率無任何影響。至於 $TM_{010}$ 模式,既然其電場分佈僅取決於寬度 $W$ 方向,如圖2B所示,故無論切割比率 $\Delta L/L_0$ 如何其共振頻率皆維持固定。不像圓形微帶共振器之例子,在此布局中 $TM_{100}$ 基諧模式並無簡併模式。幸運地,在實際的母板或基板設計



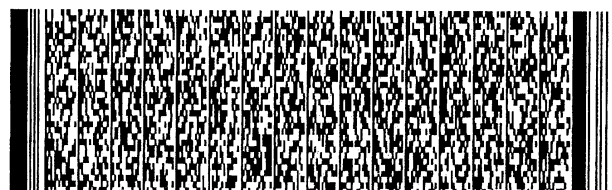
## 五、發明說明 (9)

中，電源/接地平面比較像矩形。因此，依據本發明之重新調整方法容易達成無共振操作環境進而使雜訊最小化。

在多層PCB應用中，雖然電源/接地平面之形狀通常為更複雜的多邊形，而非簡單幾何，但依據本發明之重新調整方法可應用來調離任何種類的電源/接地平面之共振頻率。圖8顯示Y形微帶共振器之平面圖，經常用作為在多層PCB應用中之電源/接地平面之一部分。在圖8中，Y形微帶共振器之尺寸係藉由二維座標系統以mm的單位來表示。

藉由使用商業上可得的軟體之數值模擬，Y形微帶共振器之首先二個共振模式之電場圖案顯示於圖9A與9B中。參照圖9A，具有1.632 GHz的最低共振頻率之基諧模式之場最大值位於中心桿(也稱為功率走廊)處，且於二個翅部處具有相位同步的場變化。然而，參照圖9B，共振頻率為2.347 GHz的第一高階模式具有相位完全相反的場變化於二個翅部處，導致電場於中心桿處消除。在下二個圖示中將更進一步地探索此等獨特的場圖案。

圖10顯示藉由沿著中心線探測若干不同位置而重新建構的圖8之Y形微帶共振器之基諧模式之電場強度。相較於圖9A之數值模擬的場圖案，此圖示達成相當佳的一致性。既然基諧模式之二個翅部的場變化相等，故圖10中僅顯示一個翅部之場強度。當探測共振系統時，無可避免地會加以干擾。因而，圖10之測量得的場圖案輕微不同於圖9A之模擬的場圖案。雖然有此缺點，但依據本發明之重新建構場圖案之方法提供了用以確定場最大值之足夠精確度，並



## 五、發明說明 (10)

且允許與測量結果直接比較。

既然Y形微帶共振器之基諧模式具有場最大區域於中心桿之末端，如圖9A與10所示，故重新調整中心桿之末端造成共振頻率之有意義的修改。圖11顯示共振頻率對於圖8之Y形微帶共振器之重新調整長度L之變化。當重新調整長度L為4 mm時，基諧模式之共振頻率從1.632 GHz提高至1.826 GHz。相反地，圖9B所示的第一高階模式之場圖案建議其共振頻率將無關乎重新調整長度L，此已在圖11中獲得進一步的驗證。

雖然本發明業已藉由較佳實施例作為例示加以說明，應了解者為：本發明不限於此被揭露的實施例。相反地，本發明意欲涵蓋對於熟習此項技藝之人士而言係明顯的各種修改與相似配置。因此，申請專利範圍之範圍應根據最廣的詮釋，以包容所有此類修改與相似配置。



## 圖式簡單說明

## 五、【圖示之簡單說明】

圖1A至1D顯示圓形微帶共振器之首先四個共振模式之電場分佈輪廓之圖；

圖2A至2D顯示矩形微帶共振器之首先四個共振模式之電場分佈輪廓之圖；

圖3A顯示在圓形微帶共振器之不同位置處所測得的反射係數 $S_{11}$ 與掃描頻率之圖，而圖3B顯示在矩形微帶共振器之不同位置處所測得的反射係數 $S_{11}$ 與掃描頻率之圖；

圖4A顯示圓形微帶共振器之基諧模式之相對電場強度，而圖4B顯示矩形微帶共振器之基諧模式之相對電場強度；

圖5顯示依據本發明之PDS共振頻率之調離方法之流程圖；

圖6A顯示依據本發明之圓形微帶共振器之重新調整方法之示意圖，而圖6B顯示圓形微帶共振器之重新調整對於共振頻率之影響；

圖7A顯示依據本發明之矩形微帶共振器之重新調整方法之示意圖，而圖7B顯示矩形微帶共振器之重新調整對於共振頻率之影響；

圖8顯示Y形微帶共振器之平面圖；

圖9A與9B圖顯示圖8之Y形微帶共振器之首先二個共振模式之電場分佈輪廓；

圖10顯示藉由沿著中心線探測若干不同位置而重新建構的圖8之Y形微帶共振器之基諧模式之電場強度；以及



## 圖式簡單說明

圖11顯示共振頻率對於圖8之Y形微帶共振器之重新調整長度L之變化。



四、中文發明摘要 (發明名稱：功率分配系統之共振頻率之調離方法)

藉由無共振環境而增強高速數位信號之雜訊免疫力之方法。共振調離係藉由適當地重新調整電源/接地平面之布局而達成。使用頻率領域來模擬功率分配系統之共振性質，包括有共振頻率與場分佈特性。共振場形分佈之分析顯示出主要模式之電場分佈通常集中於平面邊緣之附近。因而，可經由設定邊界條件而有效地使共振調離操作頻率範圍。此外，品質因子隨著外界探針位置而變化提供了監視與建構共振場分佈之手段。本方法適用於任何幾何形狀的電源/接地平面布局。並藉由重新調整-Y形功率分配系統，以展示如何有效地實現無共振操作環境。

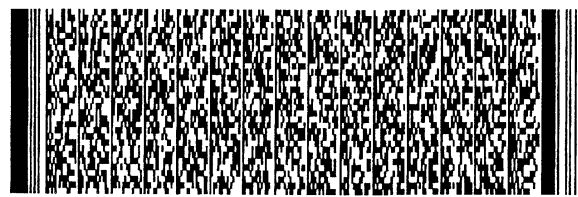
伍、(一)、本案代表圖為：第 5 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

501~503 步驟

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Detuning Resonant Frequencies of a Power Distribution System)

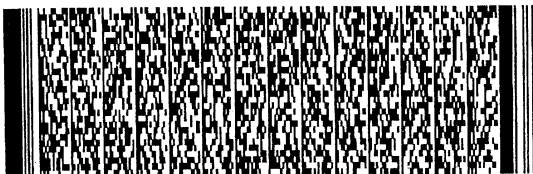
An approach to enhance the noise immunity of high-speed digital signals by means of a resonance-free environment is developed. Resonance detuning is achieved by appropriately reshaping the layout of the power/ground planes. Resonant properties of the power distribution system, including resonant frequencies and field distribution profiles, were characterized with



四、中文發明摘要 (發明名稱：功率分配系統之共振頻率之調離方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Detuning Resonant Frequencies of a Power Distribution System)

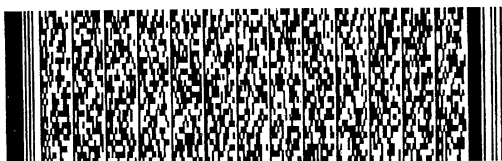
frequency-domain simulations. Analysis of the resonant field profiles reveals that the electric field distribution of the dominant mode normally concentrates in the vicinity of the plane edge. Therefore, resonance can be effectively tuned out of the operating frequency range through boundary configuring. In addition, it is shown that variation of the quality factor with the external



四、中文發明摘要 (發明名稱：功率分配系統之共振頻率之調離方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：Method of Detuning Resonant Frequencies of a Power Distribution System)

probe position provides a means to monitor and construct the resonant field distribution. Physical mechanism responsible for this unique property is clarified from the perspective of probe coupling. A Y-shaped layout is reshaped to effectively realize a resonance-free operating environment.



## 六、申請專利範圍

1. 一種共振頻率之調離方法，使用於一功率分配系統之一電源/接地平面中，該方法包含下列步驟：

基於一共振模式之一電場之一強度分佈而確定該電源/接地平面之至少一區域，使得該電場之該強度分佈中之一相對高的強度係位於該至少一區域中，以及重新調整該至少一區域。

2. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，更包含：

在確定該電源/接地平面之該至少一區域之前，確定該共振模式之該電場之該強度分佈。

3. 如申請專利範圍第2項之共振頻率之調離方法，其中該共振模式之該電場之該強度分佈係藉由依據電磁學理論之數學方程式分析或使用商業上可得的軟體之數值模擬所確定。

4. 如申請專利範圍第2項之共振頻率之調離方法，其中該共振模式之該電場之該強度分佈係藉由下列步驟所確定：

a) 在一頻率領域中對於該電源/接地平面之一位置測量一反射係數 $S_{11}$ ；

b) 依據下列方程式計算該電場 $f$ 之一強度：

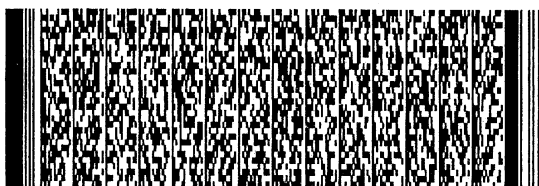
$$f \propto \sqrt{1 - S_{11}^2} \quad ; \text{ 以及}$$



#### 六、申請專利範圍

c) 重複該步驟a)與b)遍及該電源/接地平面，以建構該電場之該強度分佈。

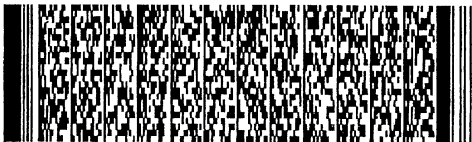
5. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，其中該至少一區域係藉由減低該至少一區域之尺寸而重新調整。
6. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，其中該共振模式之該頻率係調離至一相對高的頻率。
7. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，其中該共振模式係一基諧模式。
8. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，其中該電源/接地平面之一部分係一圓形微帶。
9. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，其中該電源/接地平面之一部分係一矩形微帶。
10. 如申請專利範圍第9項之共振頻率之調離方法，其中重新調整該至少一區域之該步驟係藉由縮短該矩形微帶之長度而實現。
11. 如申請專利範圍第1項之共振頻率之調離方法，其中該電源/接地平面之一部分係一Y形微帶，該Y形微帶具有



六、申請專利範圍

一 中心桿與連接至該中心桿之一端的二翅部。

12. 如申請專利範圍第11項之共振頻率之調離方法，其中重新調整該至少一區域之該步驟係藉由從該Y形微帶之該中心桿之另一端縮短該中心桿之長度而實現。



圖式

圖 1A

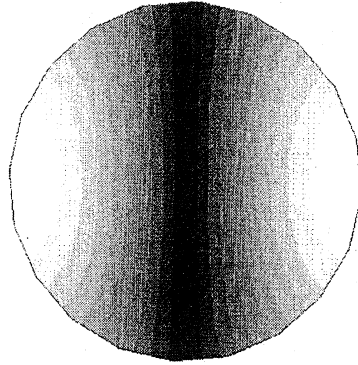
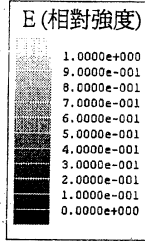


圖 1B

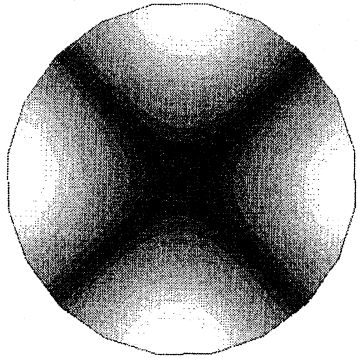
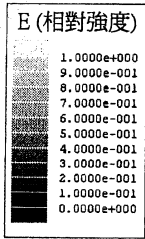


圖 1C

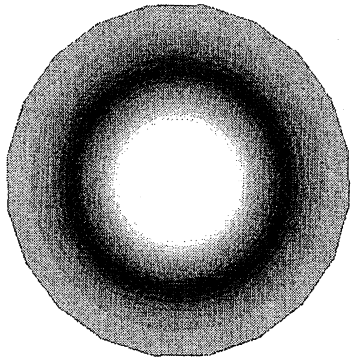
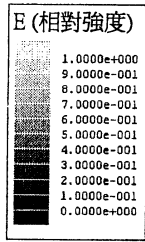
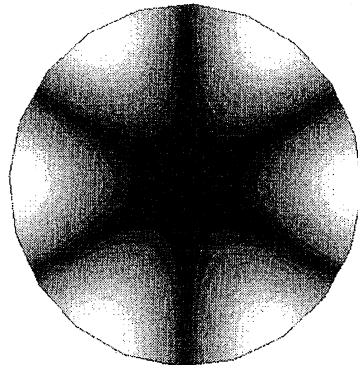
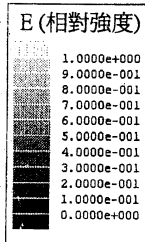


圖 1D



圖式

圖 2A

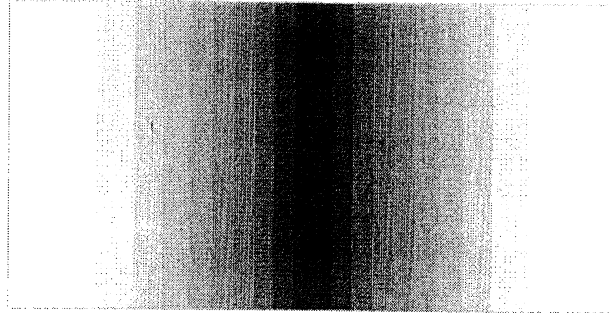
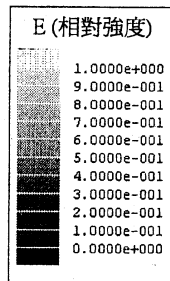


圖 2B

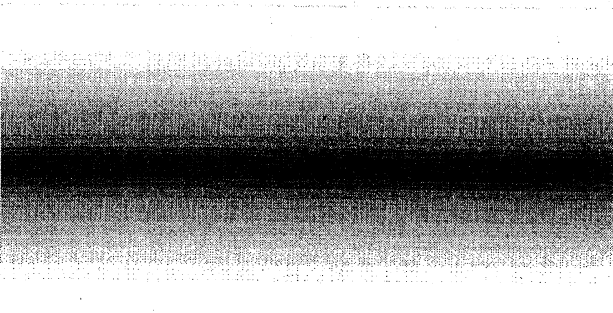
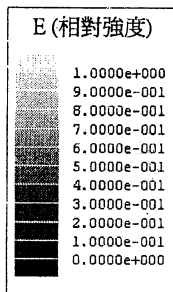


圖 2C

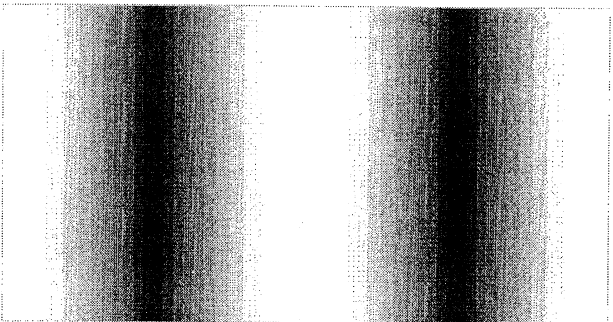
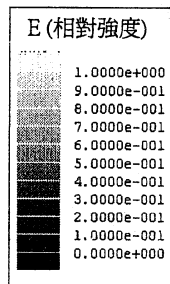
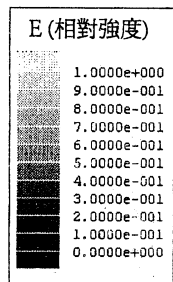


圖 2D



圖式

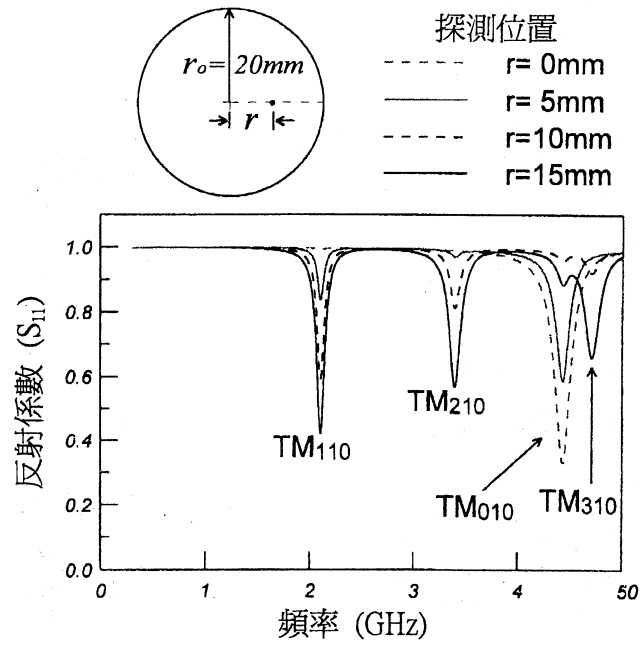


圖 3A

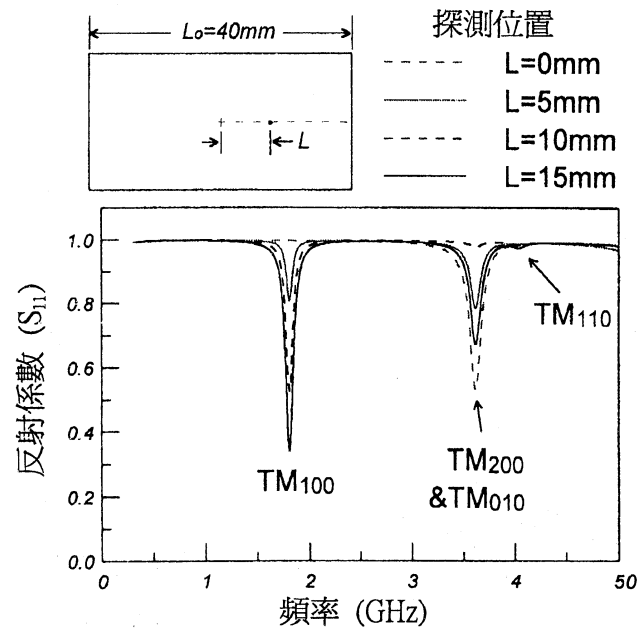


圖 3B

圖式

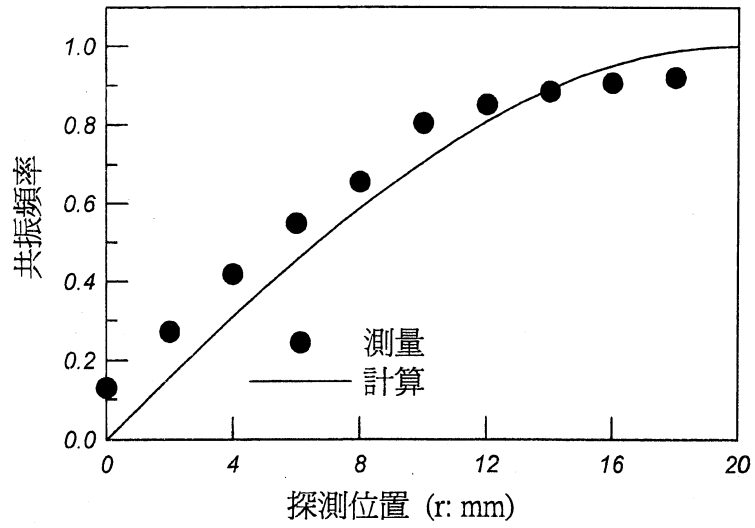


圖 4A

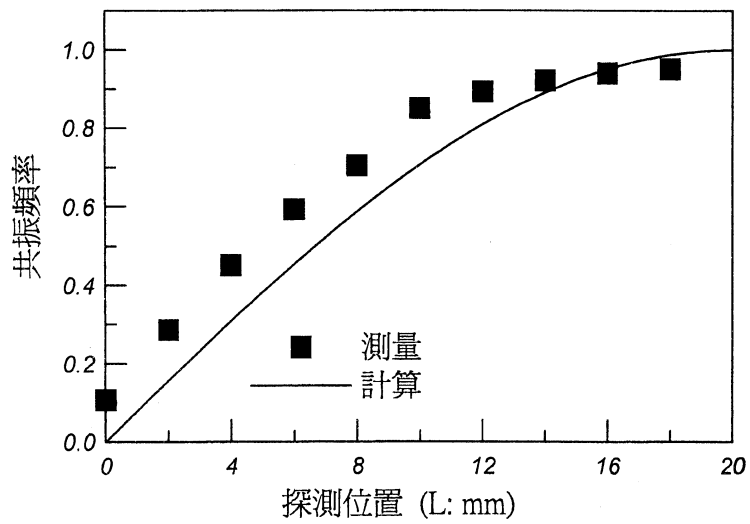


圖 4B

圖式

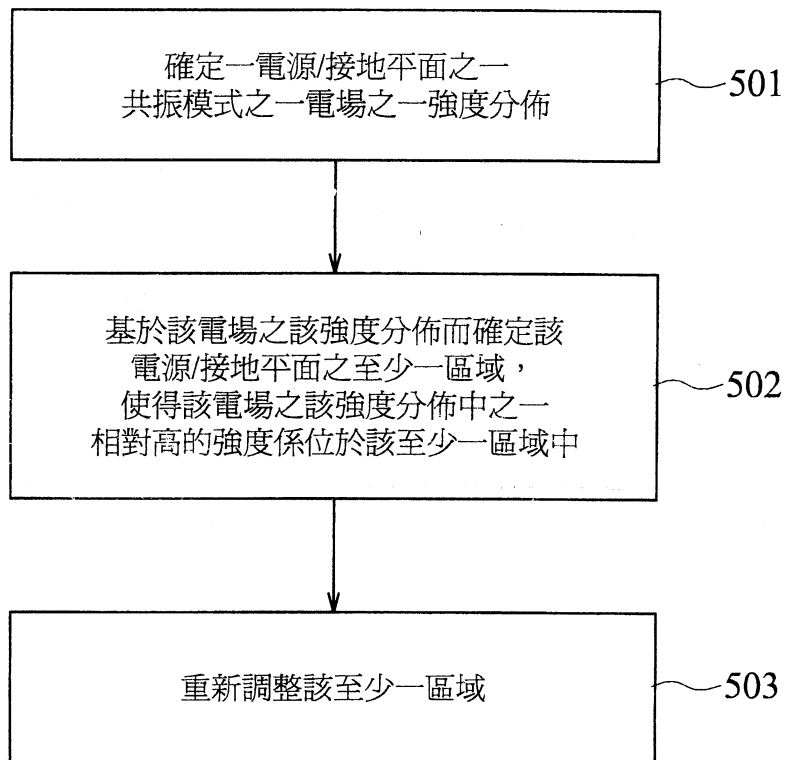


圖 5

圖式

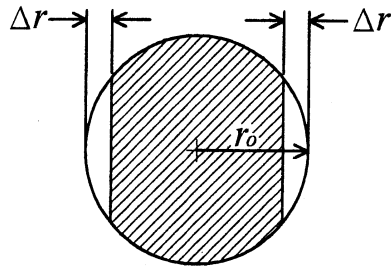


圖 6A

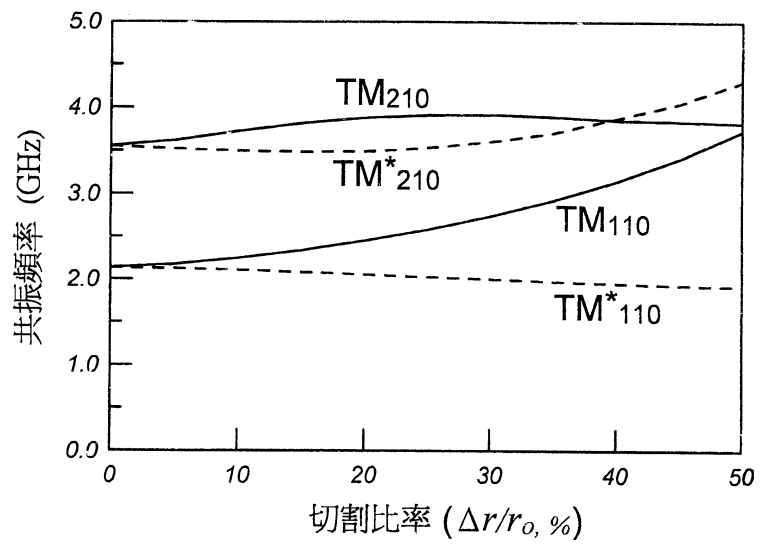


圖 6B

圖式

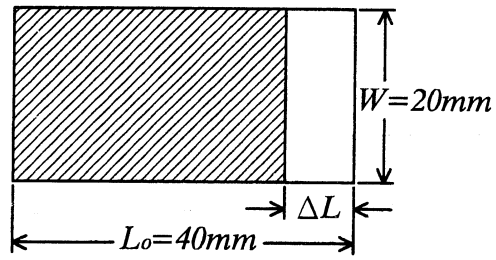


圖 7A

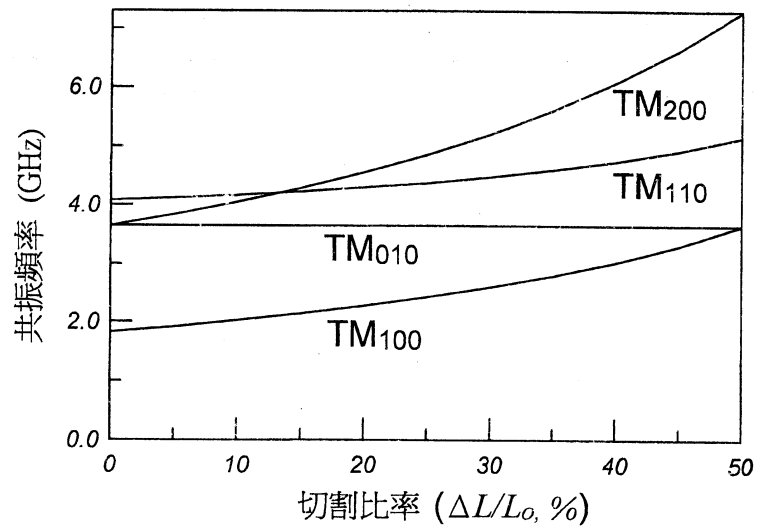


圖 7B

圖式

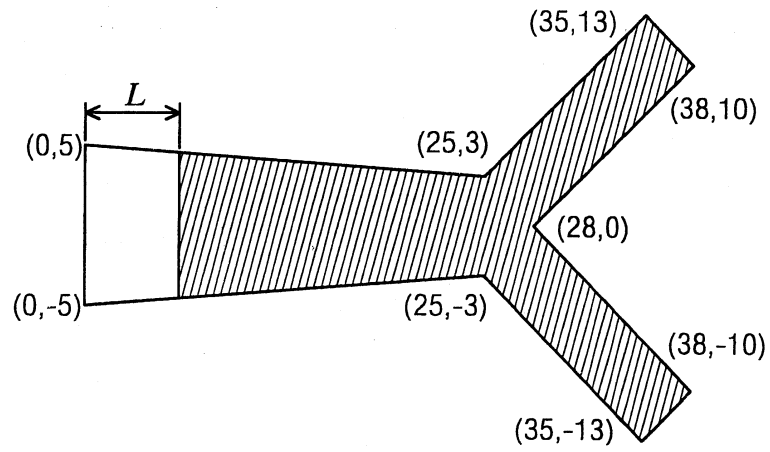


圖 8

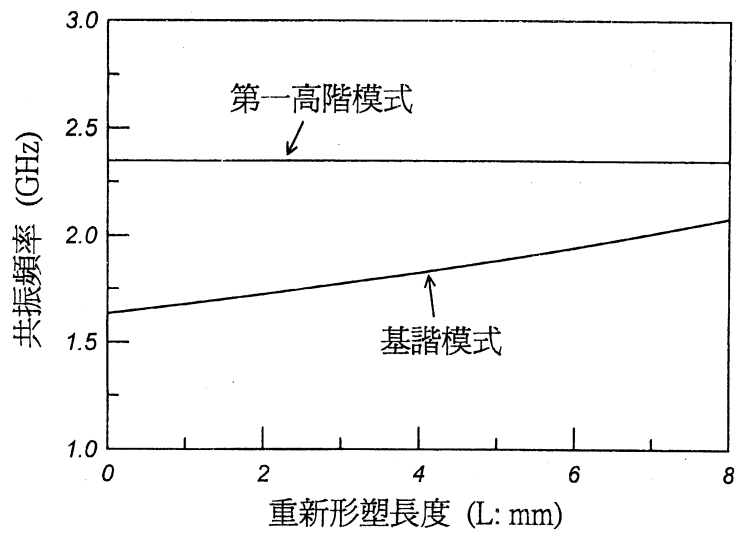


圖 11

圖式

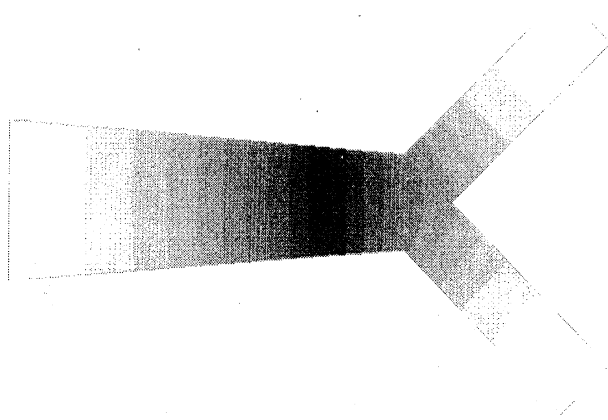
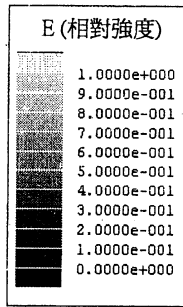


圖 9A

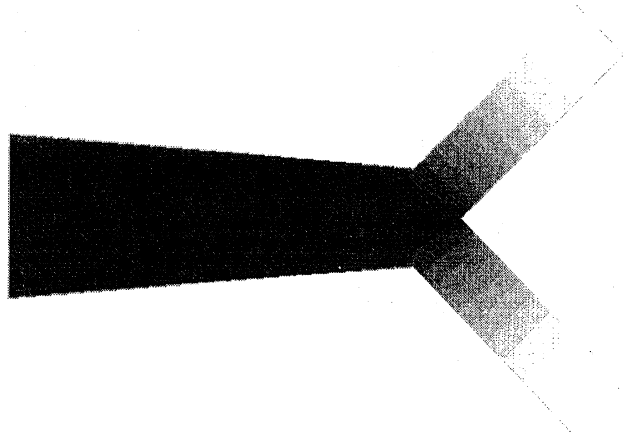
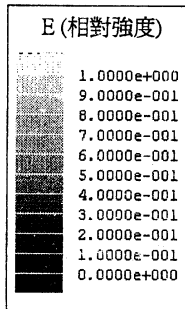


圖 9B

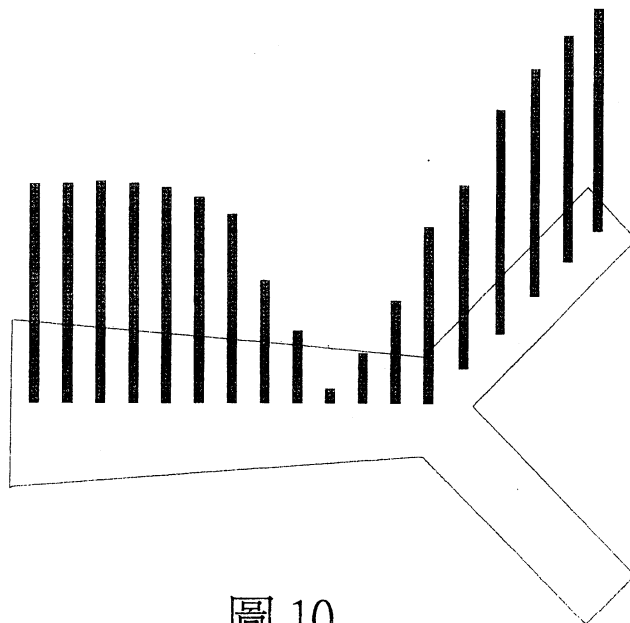


圖 10