

【11】證書號數：I279697

【45】公告日：中華民國96(2007)年4月21日

【51】Int. Cl. : **G06F17/50 (2006.01)**

發明 全 6 頁

【54】名稱：高速超大型積體電路估測集總RLC耦合互連線路串擾雜訊的方法
 METHOD OF ESTIMATING CROSSTALK NOISE IN LUMPED RLC COUPLED
 INTERCONNECTS

【21】申請案號：092131727

【22】申請日：中華民國92(2003)年11月10日

【11】公開編號：200416571

【43】公開日：中華民國93(2004)年9月1日

【72】發明人：李恆哲 LEE, HERNG JER；朱家齊 CHU, CHIA CHI；馮武雄 FENG, WU SHIUNG；
 賴銘宏 LAI, MING HONG

【71】申請人：長庚大學 CHANG GUNG UNIVERSITY
 桃園縣龜山鄉文化一路259號

【74】代理人：

1

2

[57]申請專利範圍：

1. 一種高速超大型積體電路估測集總 RLC 耦合互連線路串擾雜訊的方法，該高速超大型積體電路估測集總 RLC 耦合互連線路係包括有電路的輸入訊號、集總耦合 RLC 樹(狀結構)的電路參數及簡化後模型的階數 q 三個輸入檔；其串擾雜訊的步驟包括：
 計算 q 階的動差 $\{X_1, X_2, \dots, X_q\}$ ，作為動差匹配法運算基礎；

接著建構 q 推導簡化模型電路 MNA 矩陣的 \hat{M} 、 \hat{N} ；

求解方程式對 $|\hat{N} + s\hat{M}| = 1 + b_1s + b_2s^2 + \dots + b_qs^q$ 解出係數 $\{b_1, b_2, \dots, b_q\}$ ；

5. 依輸入訊號更新動差值；

對 $\hat{V}(s) = \frac{a_0 + a_1s + \dots + a_{q-2}s^{q-1}}{1 + b_1s + \dots + b_{q-1}s^{q-1} + b_qs^q}$ 解出係數 $\{a_0, a_1, \dots, a_{q-2}\}$ ，係對於 q 個極點的降

10. 階模型轉換函式 $\hat{V}(s) = \frac{a_0 + a_1s + \dots + a_{q-2}s^{q-1}}{1 + b_1s + \dots + b_{q-1}s^{q-1} + b_qs^q}$ ，

，應用所得的動差值，以動差匹配的方式求解係數 $\{a_0, a_1, \dots, a_{q-2}\}$ ；

重寫 $\hat{V}(s)$ 成極餘數形式，並應用反拉氏轉換而得 $\hat{v}(t)$ ，係 $\hat{V}(s)$ 以極點餘數

形式表示成 $\hat{V}(s) = \frac{k_1}{s-p_1} + \frac{k_2}{s-p_2} + \dots + \frac{k_q}{s-p_q}$ ，

再應用反拉氏轉換得 $\hat{v}(t) = k_1 e^{p_1 t} + k_2 e^{p_2 t} + \dots + k_q e^{p_q t}$ ；

對 $\hat{v}(t)$ 串擾雜訊波形峰值求解，係應用 $\hat{v}(t)$ 估測串擾效應的電壓峰值，至步驟結束。

2. 如申請專利範圍第1項所述之高速超大型積體電路估測集總RLC耦合互連線路串擾雜訊的方法，其中該集總耦合RLC樹的電路互連線，其動差計算包括一組耦合RLC樹，一組耦合RLC樹包含數個獨立解耦的RLC樹以及耦合電容與互感；每個解耦RLC樹包含浮接的電阻與自感，以及連接該樹節點至接地的電容；該集總RLC樹模型中並不包含傳輸線、耦合元件和電阻迴圈(Resistor Loop)。
3. 如申請專利範圍第2項所述之高速超大型積體電路估測集總RLC耦合互連線路串擾雜訊的方法，其中該每條傳輸線被近似具為足夠多RLC線段的集總RLC電路；一獨立RLC樹的根(Root)連結一輸入電壓源，則該RLC樹稱為侵略樹(Aggressor Tree)。

4. 如申請專利範圍第3項所述之高速超大型積體電路估測集總RLC耦合互連線路串擾雜訊的方法，該RLC樹的根直接接地，則該RLC樹稱為受害樹(Victim Tree)若將自感及互感從電路中去除，即成常用的耦合RC樹狀電路模型。在本發明中，將具有耦合現象的互連線路模型化成耦合RLC樹狀模型以分析串擾雜訊。

5. 圖式簡單說明：

圖一為施行本發明之演算工具的輸出輸入方塊圖。

圖二為耦合RLC樹狀模型T的典型表示法。

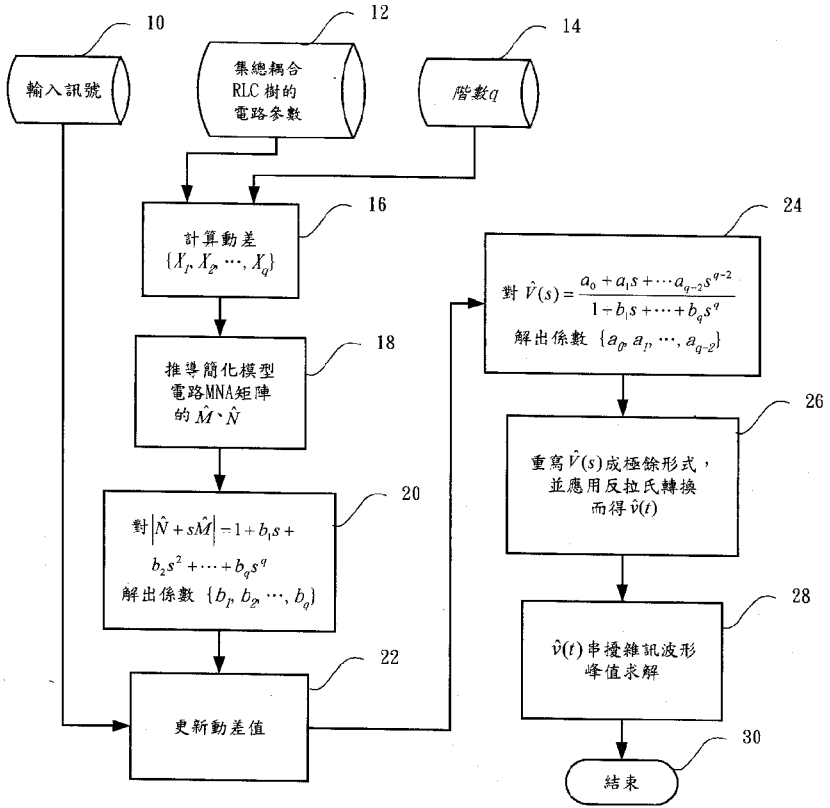
15. 圖三為兩節點間發生耦合電容的情況：(a)為原始的電路模型；(b)為等效的動差模型。

圖四為兩條R-L分支間發生互感的情況：(a)為原始的電路模型；(b)為等效的動差模型。

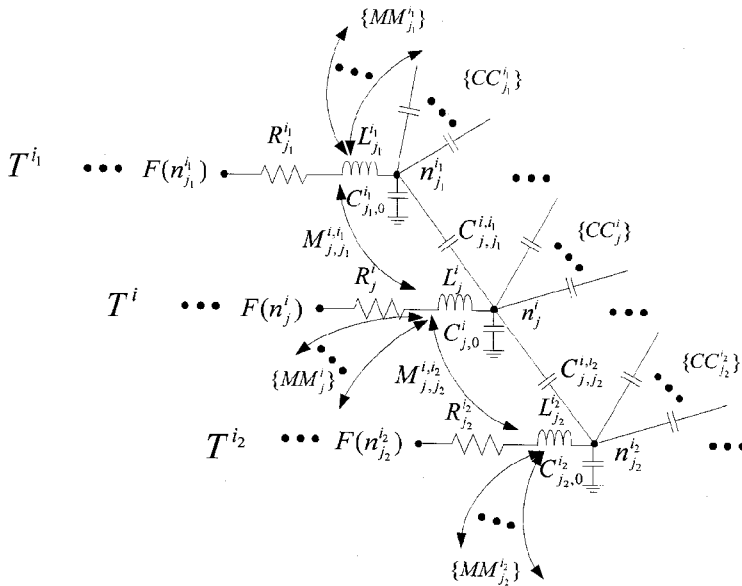
20. 圖五為步驟16中遞迴運算演算法之詳細步驟。

圖六為三種耦合RLC樹狀模型形態：(a)兩平行導線(b)樹型1(c)樹型2。其中導線1的耦合線段的長度計有 $L1 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ (mm)五種，而導線2中的耦合線段長度亦有 $L2 = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ (mm)五種，其中後者比前者的長度為短。

- 25.

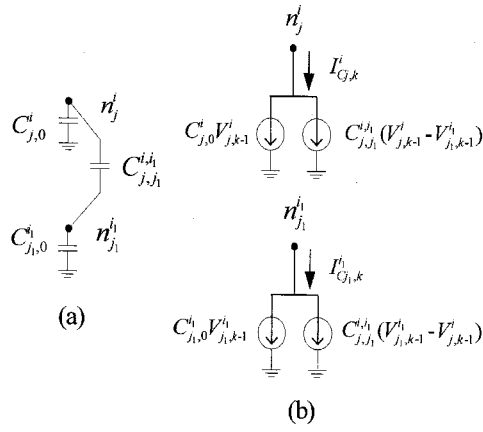


圖一

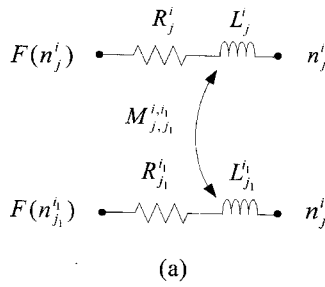


圖二

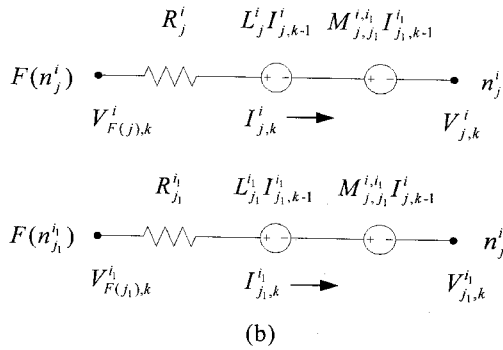
(4)



圖三



(a)



(b)

圖四

```

MomCom(MaxOrder) {
  ZerothOrderMom();
  for k = 1 to MaxOrder {
    for each tree  $T^i$  {
      Current( $T^i, n_0^i, k$ );
      Voltage( $T^i, n_0^i, k$ ); } } }

ZerothOrderMom() {
  for the root of each tree  $T^i$  with voltage  $V_0^i$  {
    for each node  $n_j^i \in N^i$ 
       $V_{j,0}^i = V_{0,0}^i$ ; } }

Current(tree  $T^i$ , node  $n_j^i$ , order k) {
  current = 0;
  if ( $n_j^i \neq n_0^i$ ) {
    current =  $C_{j0}^i \cdot V_{j,k-1}^i$ ;
    if ( $CC_j^i \neq \phi$ ) {
      for each coupling capacitance  $C_{j,j_1}^{i_1} \in CC_j^i$ 
        current + =  $C_{j,j_1}^{i_1} \cdot (V_{j,k-1}^i - V_{j_1,k-1}^{i_1})$ ;
       $I_{j,k}^i = \text{current}$ ; }
    for each  $n_x^i \in S(n_j^i)$ 
      current + = Current( $T^i, n_x^i, k$ );
     $I_{j,k}^i = \text{current}$ ;
    return current; } }



VoltageLM(tree  $T^i$ , node  $n_j^i$ , order k) {
  if ( $n_j^i = n_0^i$ )
     $V_{j,k}^i = V_{LM,j,k}^i = 0$ ;
  else {
     $V_{j,k}^i = V_{F(j),k}^i - R_j^i I_{j,k}^i$ ;
     $V_{LM,j,k}^i = L_j^i I_{j,k-1}^i$ ;
    if ( $MM_j^i \neq \phi$ ) {
      for each mutual inductance  $M_{j,j_1}^{i_1} \in MM_j^i$ 
         $V_{LM,j,k}^i + = M_{j,j_1}^{i_1} I_{j_1,k-1}^{i_1}$ ;
       $V_{j,k}^i - = V_{LM,j,k}^i$ ; }
    for each  $n_x^i \in S(n_j^i)$ 
      VoltageLM( $T^i, n_x^i, k$ ); } }

```

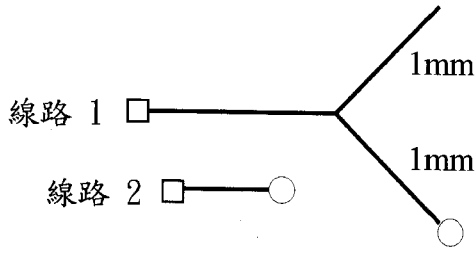
圖五

(6)

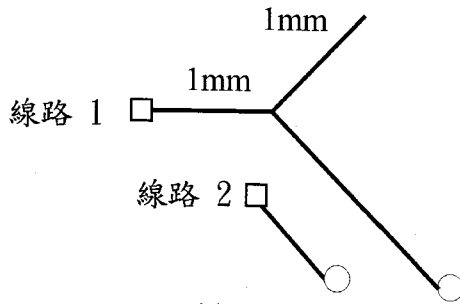
線路 1  ————— 

線路 2  ————— 

(a)



(b)



(c)

圖六