

半導體元件建模軟體的最佳組合: IC-CAP with ADS

作者: Jackson Hsu (Agilent Technologies, Application Engineer)

日期: 2009.03.10

安捷倫 IC-CAP 針對半導體元件建模的應用提供了一個非常靈活彈性的環境，在此平台上可以允許使用者因應不同的需求而自行選擇不同的模擬器與其相對應的版本，例如 HSPICE 的元件模型(Model Card)便需要 Synopsys 的模擬器，而 SPECTRE 的元件模型便需要 Cadence 的模擬器，然而不同版本的模擬器所支援的元件模型亦會有所差異，例如 HSPICE 2007.09 的版本並不支援 HiSIM_HV 的元件模型，而在 HSPICE 2008.09 的版本中就有支援 HiSIM_HV 的元件模型。雖然如此，不過在實際的建模過程中，有時會因為可使用的資源有限(例如只有購買 2 套 HSPICE 但是卻有 5 個人需要同時使用)或是可允許的建模時間有限(例如 IC 設計工程師極需元件模型來設計電路)的原因，便會有一些彈性的作法，本篇文章將會提出實際的作法以因應不同的窘境。

情境

假若晶圓廠(Foundry)正式宣稱已可提供全新的 90nm 製程電晶體(CMOS)元件，在此時分別有不同的 IC 設計公司提出需要 ADS、HSPICE 與 SPECTRE 的元件模型，而所要求的元件模型釋出(Release)時間卻只有 6 週，這對於晶圓廠的建模工程師而言實在是太具挑戰性了，因為要釋出一套全新並可 Scalable 的 BSIM4 元件模型至少需要 5 週的時間，此時該如何因應這個挑戰呢？

絕大部分有經驗的建模工程師也許會立刻提出一個看法：只要針對某一模擬器的格式來提取元件模型參數即可，因為 BSIM4 元件模型是一個相當成熟的 Compact Model，所以 ADS、HSPICE 與 SPECTRE 的模擬結果應該不會差太多，只要再將某一模擬器格式的元件模型轉換成另外兩種模擬器格式即可，然後再透過 Model QA 的手法來檢查元件模型是否有問題，若模擬器沒有反應任何異常時，則其元件模型便可以傳送至 IC 設計工程師的手上，以幫助他們完成初期的電路架構設計(Pre-simulation)。然而緊接著的困擾是：我應該選擇哪一個模擬器當成標準呢？其實並沒有標準答案，不過這裡我們提出一個方案給予參考：IC-CAP with ADS，其理由如下：

- (1) ADS 目前可以辨識 SPECTRE 的元件模型參數語法(Syntax)，並透過 IC-CAP 的平台來呼叫 ADS 模擬器以執行模擬，且只要在 IC-CAP 的平台上設定變數後(SIMULATOR = SPMODEADS)，即可直接填入 SPECTRE 的元件模型參數執行模擬(如圖 1)。

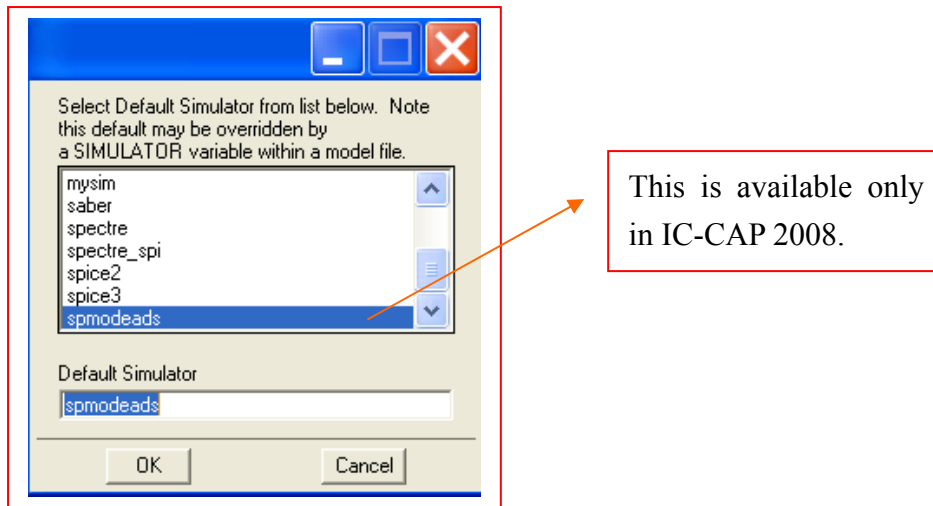


圖 1

- (2) 由於 ADS 與 IC-CAP 均屬於 Agilent 同一家公司，因此可以透過彼此軟體程式碼的整合與最佳化，以求得 IC-CAP 可以在非常短的時間內來完成 ADS 的模擬，曾經有過實驗顯示出：IC-CAP 可以在 Windows XP 下的平台，以平均 0.08 秒來完成 ADS 的 BSIM4 模擬(如圖 2)，換句話說，你可以在 IC-CAP 的平台下調整完參數的數值之後，便可以瞬間得到模擬值。

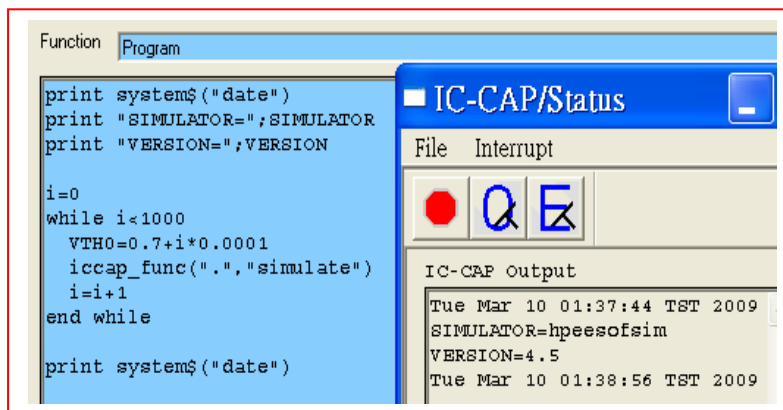


圖 2

- (3) 在不需要額外付出成本之下， IC-CAP 目前的內建功能裡已經有包含 ADS 的線性模擬器與時域模擬器，而一般的電流電壓模擬與 S 參數模擬均可以透過 ADS 的線性模擬器來完成，同時亦可以透過 ADS 的時域模擬器來模擬環型震盪器(Ring Oscillator)的延遲時間，因此從軟體採購成本的角度來看，IC-CAP 的確是非常具有價格的優勢。
- (4) 假若元件建模團隊的工程師有 5 位，則電路模擬器亦需要 5 套，然而工程師若是使用 IC-CAP 當成元件模型參數提取的工具，則不需要再額外購買電路模擬器，因為 IC-CAP 已有內建 ADS 的模擬器了。

- (5) 使用者可以透過 IC-CAP 平台下的可程式化編輯環境(PEL)，將元件模型參數的提取流程編排成更有系統的流程，以提高建模效率。當完成元件模型參數提取之後，還可以使用 PEL 來轉換不同模擬器格式的元件模型參數語法 (Model Card)，並針對不同的元件模型參數設計出不同的 Model QA 檢測項目，如此便可以偵測出在轉換不同模擬器格式元件模型參數時所產生的錯誤或是決定該元件模型參數是否需要再微調。

以上所提及的就是 IC-CAP with ADS 於半導體元件建模過程裡所能提供的好處。除了初期軟體採購成本的考量之外，所選用的軟體最好還可以在使用的過程中發揮出更高的價值，例如可以有系統地架構建模流程並大幅度地縮短建模時間以提昇晶圓廠的整體競爭力。