經濟部產發署
DA, Ministry of Economic Affairs

產業發展署
智慧電子學院
Intelligent Electronics Institute

IC 佈局設計能力鑑定
題庫及參考解答

著作權所有，非經同意，不得翻印轉載

學科題庫

選擇題-共 50 題

進階術科考古題庫

佈局題-共 1 題

DRC 除錯題-共 1 題

LVS 除錯題-共 1 題

考試注意事項：

■ 測驗內容：(詳細內容依簡章公告為主)

科目	鑑定主題	鑑定內容
初階學科筆試	共計選擇題 50 題。 每題 2 分，答錯不倒扣， 滿分 100 分。 初階考試需達 70 分以上為合格。	1. VLSI Fundamental 2. Layout Skill 3. Verification 4. Unix/Linux Fundamental
初階術科實作	分為佈局題 1 題與除錯題 2 題(包含 DRC, LVS 除錯題各 1 題) ， 佈局題 70 分：僅合格(PASS)- 70 分計，不合格(FAILURE)- 0 分計。 除錯題 2 題，每題 15 分，總計 30 分。 滿分 100 分。需達 70 分以上為合格。	佈局題：考生需在術科考試時間內全數完成以下 4 項條件即為合格；若有 1 項以上(或多項)未達成標準則為不合格。 佈局題評分四項條件為： (A) 佈局面積：符合題目所要求之面積條件 (B) 佈局長寬比：符合題目所規範之長寬比例條件 (C) DRC 驗證完成且完全無誤 (D) LVS 驗證完成且完全無誤 除錯題：考生需在術科考試時間內，按題目之描述將已知的佈局檔匯入，並將各題佈局檔的 DRC、LVS 錯誤找出進行修正，最後完成驗證，再分別匯出 DRC, LVS 正確無誤之佈局檔與相關驗證結果。除錯題以解決原始題目的 DRC、LVS 錯誤為主，若考生因解決題目錯誤而額外產生其他 DRC 或 LVS 錯誤，將按照額外產生的錯誤數量進行扣分(每多一個額外錯誤扣 1 分)，僅扣至該題 0 分為止。

科目	鑑定主題	鑑定內容
進階學科筆試	共計選擇題 50 題。 每題 2 分，答錯不倒扣， 滿分 100 分。 進階考試須達 85 分以上為合格。	1. VLSI Fundamental 2. Layout Skill 3. Verification 4. Unix/Linux Fundamental
進階術科實作	分為基本佈局題 1 題、佈局技巧 2 題、DRC 除錯題 1 題、LVS 除錯 1 題 佈局題 40 分：僅合格(PASS)- 40 分計，不合格(FAILURE)- 0 分計。 佈局技巧 2 題，每題 15 分，總計 30 分。 除錯題 2 題，每題 15 分，總計 30 分。 滿分 100 分。需達 70 分以上為合格。	佈局題：考生需在術科考試時間內全數完成以下 4 項條件即為合格；若有 1 項以上(或多項)未達成標準則為不合格。 佈局題評分四項條件為： (A) 佈局面積：符合題目所要求之面積條件 (B) 佈局長寬比：符合題目所規範之長寬比例條件 (C) DRC 驗證完成且完全無誤 (D) LVS 驗證完成且完全無誤 佈局技巧題：為依題目要求描述進行佈局，如電容陣列、電阻陣列、DUMMY 電容、DUMMY 電阻、DUMMY 電晶體、差動對 MOS (Differential Pair)佈局匹配…等。 除錯題：考生需在術科考試時間內，按題目之描述將已知的佈局檔匯入，並將各題佈局檔的 DRC、LVS 錯誤找出進行修正，最後完成驗證，再分別匯出 DRC, LVS 正確無誤之佈局檔與相關驗證結果。除錯題以解決原始題目的 DRC、LVS 錯誤為主，若考生因解決題目錯誤而額外產生其他 DRC 或 LVS 錯誤，將按照額外產生的錯誤數量進行扣分(每多一個額外錯誤扣 1 分)，僅扣至該題 0 分為止。

術科實作，考試注意事項與常見問題：

注意事項：

1. 製程資料(TSRI Virtual 0.18um CMOS Technology)，不提供 PDK Library, P-cell, M-cell,等功能，所有元件(device)，包含電晶體、電阻、電容等均需自行繪製。
2. 佈局題考試時，考題不僅限於繪製電晶體元件，可能包含製程資料(TSRI Virtual 0.18um CMOS Technology)所提供之電容、各類電阻等元件，請於考前自行練習相關元件佈局繪製方式。
3. 佈局軟體僅提供 Virtuoso 或 Laker。
4. 術科佈局題考試時，考生最後須將佈局(Layout)匯出(Stream-out)成為 GDS 檔案。
5. 術科除錯題考試時，考生需將考題之 GDS 檔案，匯入(Stream-in)佈局軟體內。
6. 術科考試時，需自行於 Terminal 視窗以指令方式開啟佈局軟體。
7. 登入工作站後，目錄結構說明如下：

~/ANS/ANS_Layout ---- 請考生存放佈局題結果
/ANS_DRC_debug ---- 請考生存放 DRC 除錯題結果
/ANS_LVS_debug ---- 請考生存放 LVS 除錯題結果
~/Exam/Layout_netlist ---- 放置佈局題 Netlist 檔， 可供 LVS 驗證使用
/DRC_debug ---- 放置 DRC 除錯題佈局檔(GDS file)與相關檔案
/LVS_debug ---- 放置 LVS 除錯題佈局檔(GDS file)與相關檔案
~/Techfile/Calibre_DRC --- 放置 DRC 驗證檔(DRC rule deck)
/Calibre_LVS --- 放置 LVS 驗證檔(LVS rule deck)
/Doc --- 放置 IC 佈局設計規範(Design Rules)等相關文件 PDF 檔
/Laker --- 放置 Laker Technology File
/Virtuoso --- 放置 TSRI Library, Display File, cds.lib 檔

常見問題：

問題 1：我的佈局題完成後，要如何將佈局(Layout)匯出(Stream-out)成 GDS 檔案？

答：依照不同佈局軟體說明如下：

(1)使用 Virtuoso:

如下圖 1.1 為已完成的佈局(Layout),其 Library: Example, Cell: iclayout, View: layout

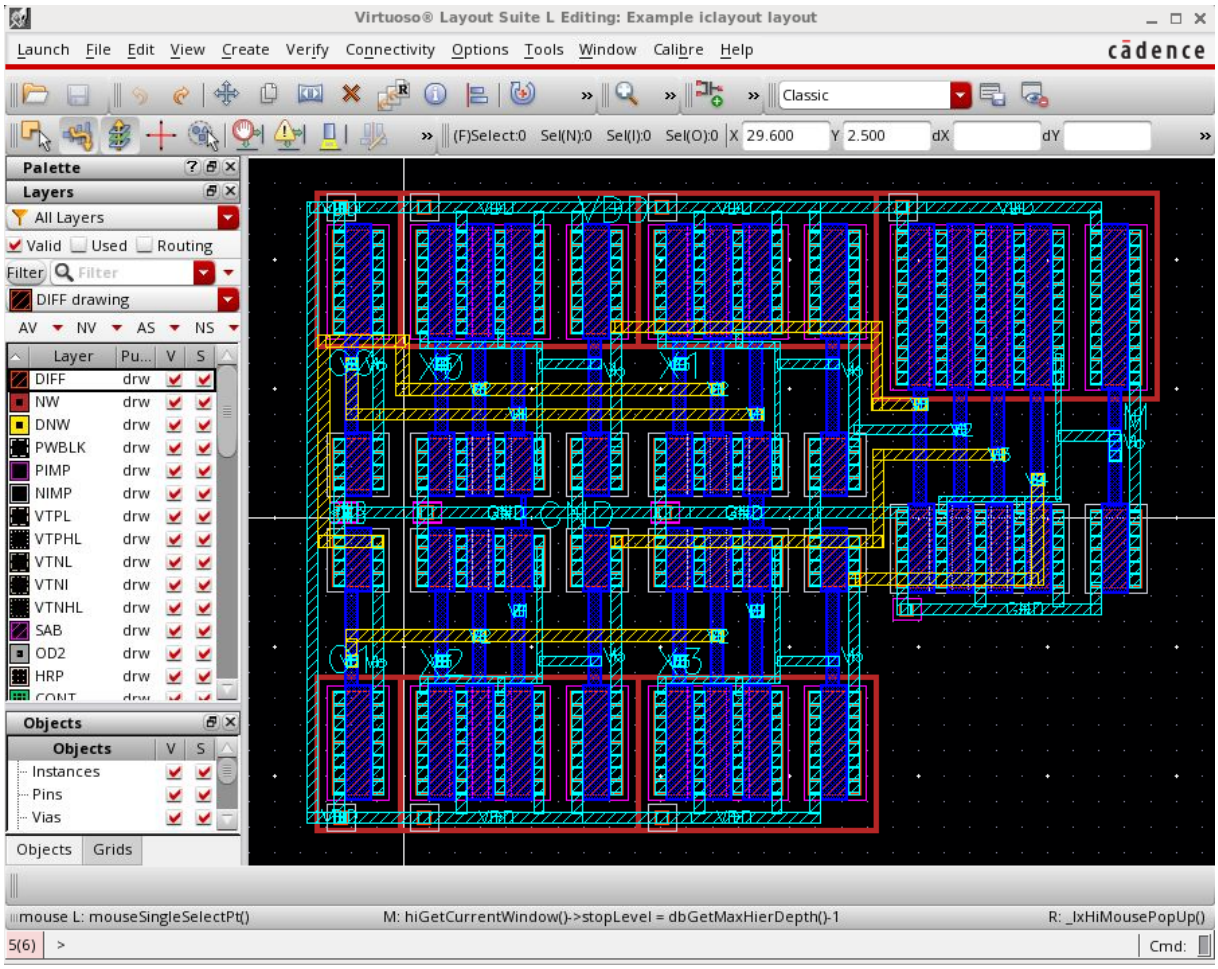


圖 1.1、已完成之佈局

請在 CIW 視窗，點選 File > Export > Stream… (如圖 1.2 所示)

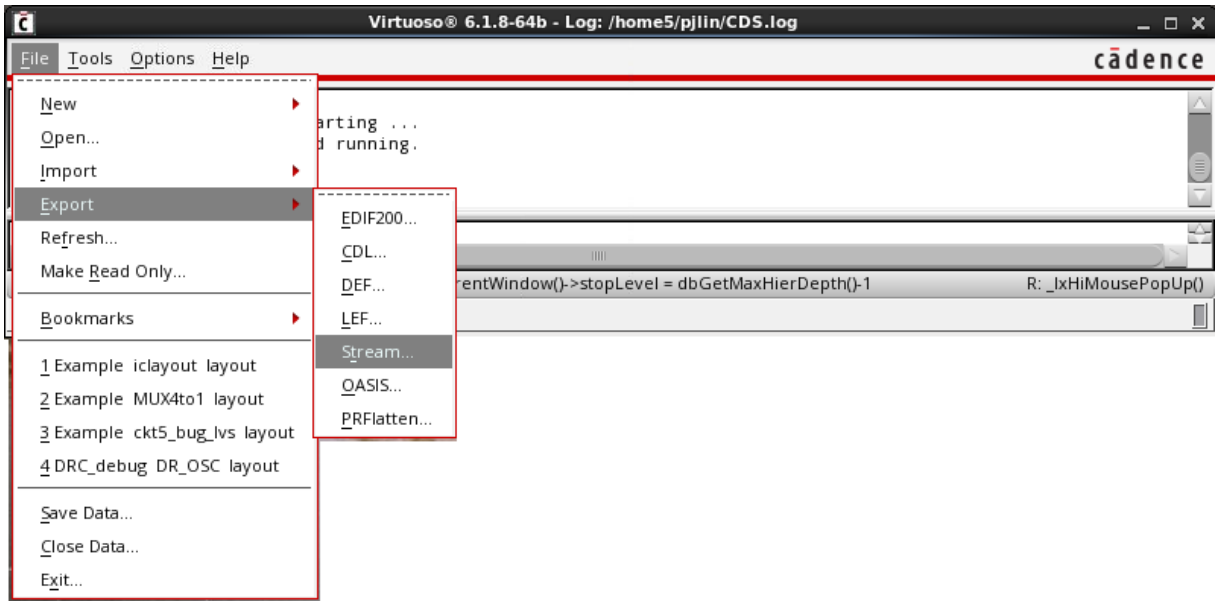


圖 1.2

出現 XStream Out 視窗，在 “Library” 點選視窗 Browse…，帶入想要匯出的佈局。接著在 “Stream File” 填寫 GDS 的檔名(如 iclayout.gds)，Layer Map 會依選定的 Library 自動帶入，最後，點選 Translate 即可。(如圖 1.3 所示)

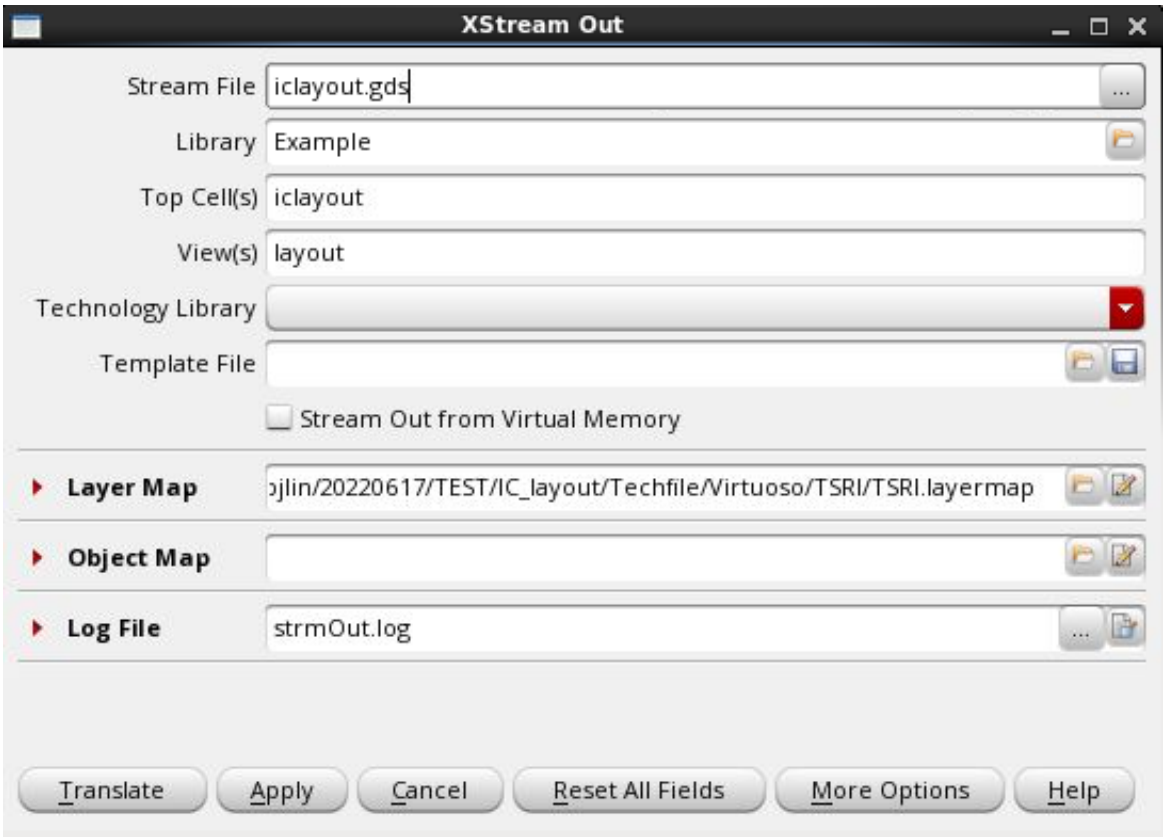


圖 1.3

匯出完成後，Virtuoso 會彈出訊息視窗(如圖 1.4 所示) ，如看見圖示!!且無發生 error，表示成功匯出 GDS 檔案，也可查閱 strmOut.log 記錄檔，確認訊息。

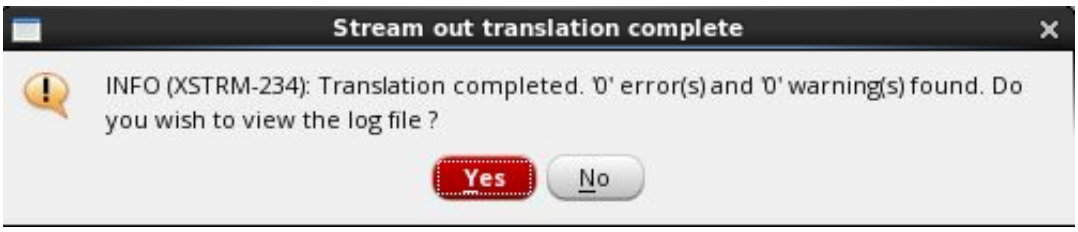


圖 1.4

註：匯出之 GDS 檔案(如 iclayout.gds)會存放在開啟 Virtuoso 的目錄下。

(2)使用 Laker:

如下圖 1.5 為已完成的佈局(Layout),其 Library: Example, Cell: iclayout, View: layout

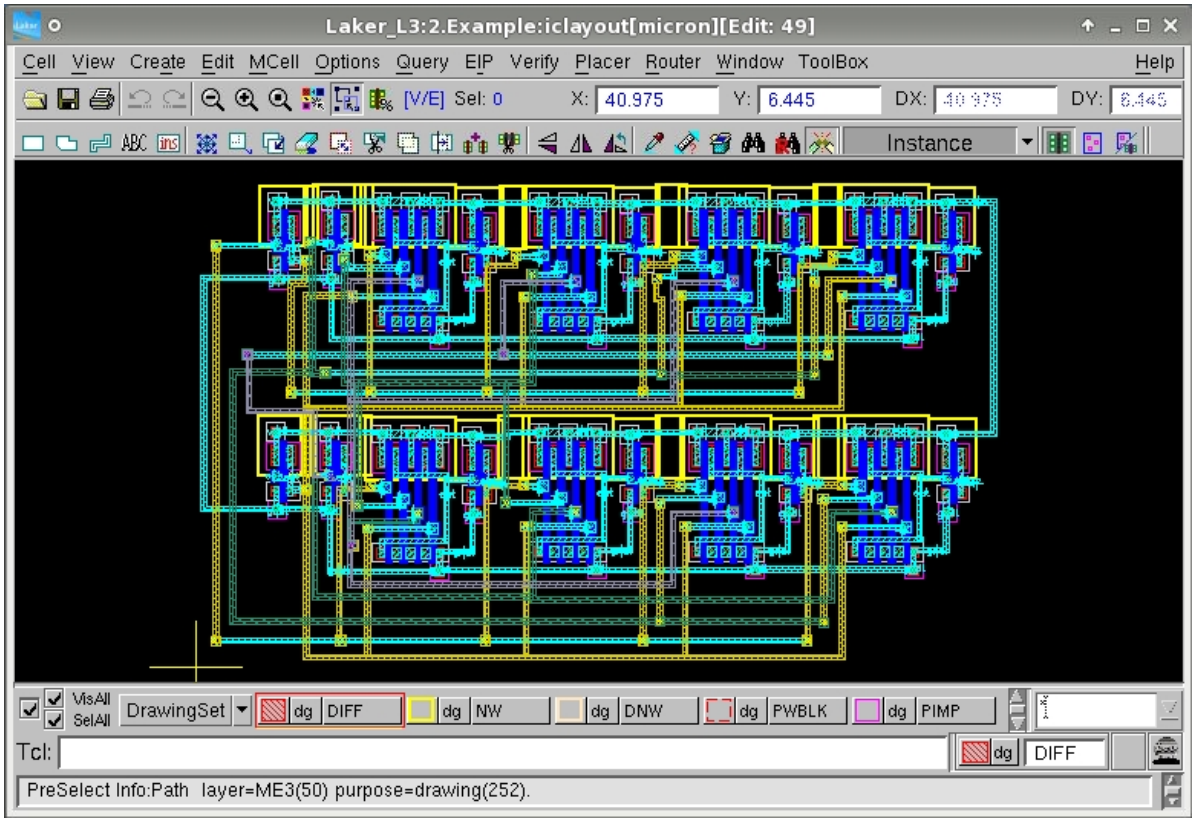


圖 1.5、已完成之佈局

請在 Laker 主視窗(Main Window)，點選 File > Export > Stream (如圖 1.6 所示)

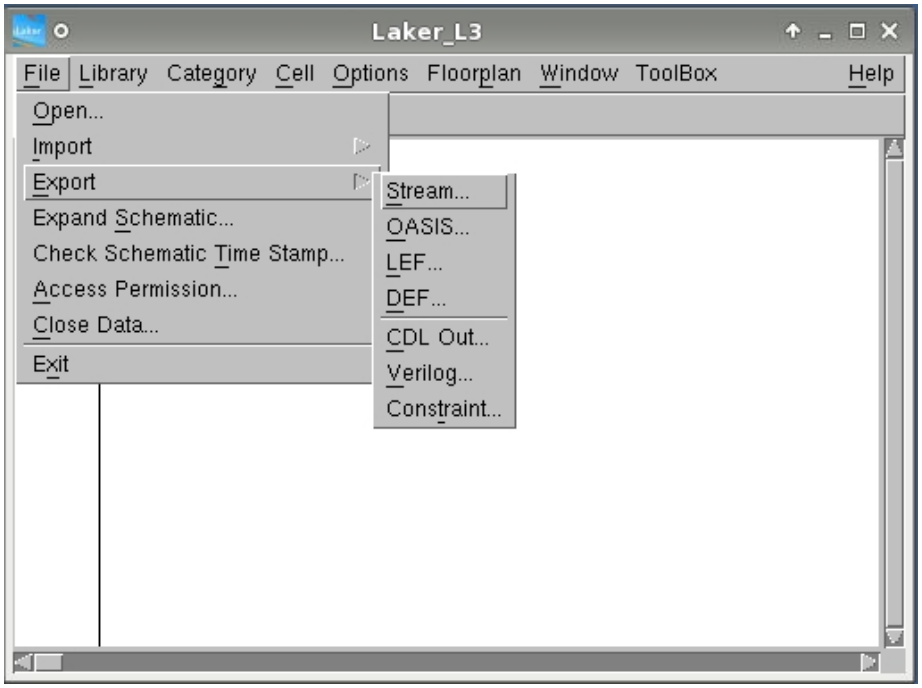


圖 1.6

出現 Export Stream 視窗，請選擇想要匯出的 Library Name，與 Top Cell Name，接著在 “Output File” 填寫 GDS 的檔名(如 iclayout.gds)，最後，點選 OK 即可。(如圖 1.7 所示)

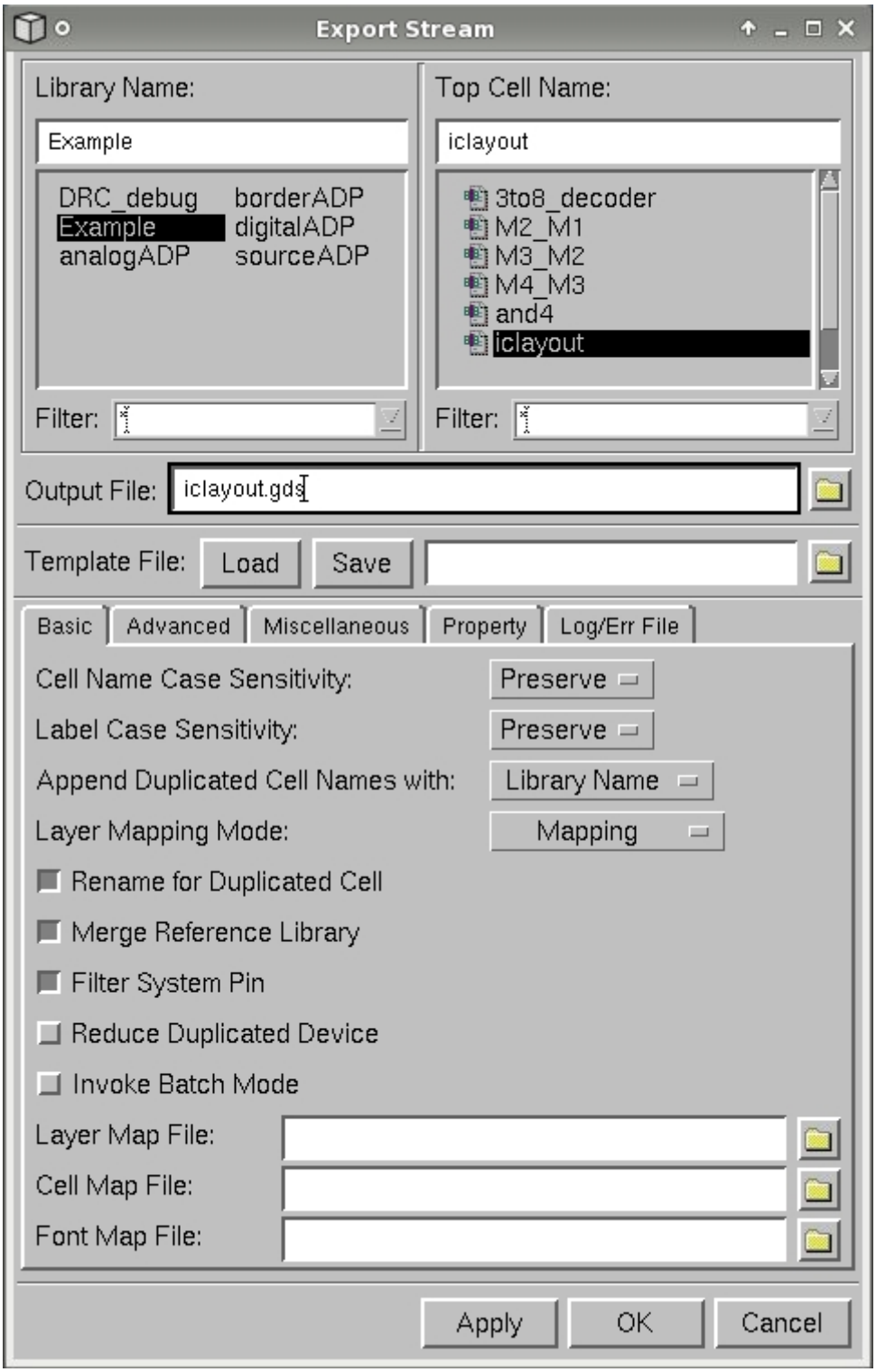


圖 1.7

匯出完成後，可在 Laker 主視窗看見訊息，表示成功匯出 GDS 檔案。(如圖 1.8)

註：匯出之 GDS 檔案(如 iclayout.gds)會存放在開啟 Laker 的目錄下。

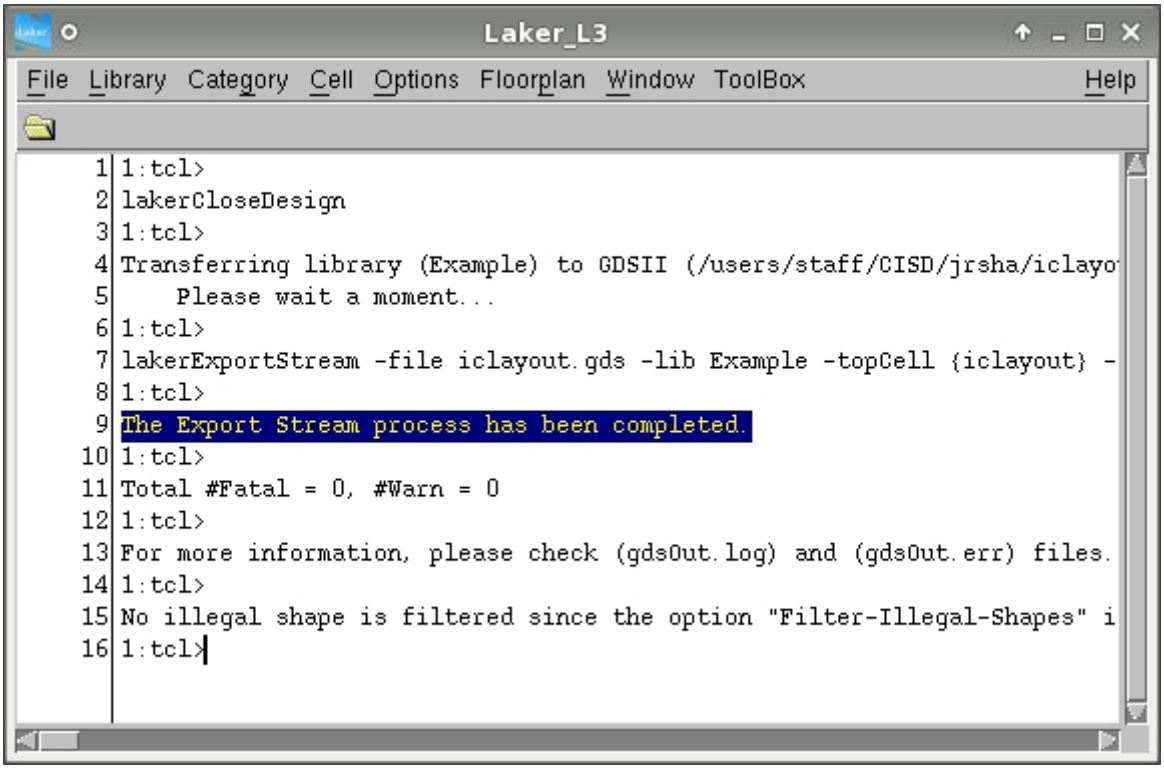


圖 1.8

問題 2：我該如何匯入(Stream-in)除錯題的 GDS 檔案？

答：以 DRC 除錯題之佈局檔(DR_OSC_bug_drc.gds)舉例說明，並依照使用不同佈局軟體，說明如下：

(1)使用 Virtuoso:

首先開啟 Virtuoso 佈局軟體(可在 Terminal 視窗，/Techfile/Virtuoso 資料夾下，執行指令 virtuoso &)，並在 CIW 視窗，點選 File > Import > Stream… (如圖 2.1 所示)

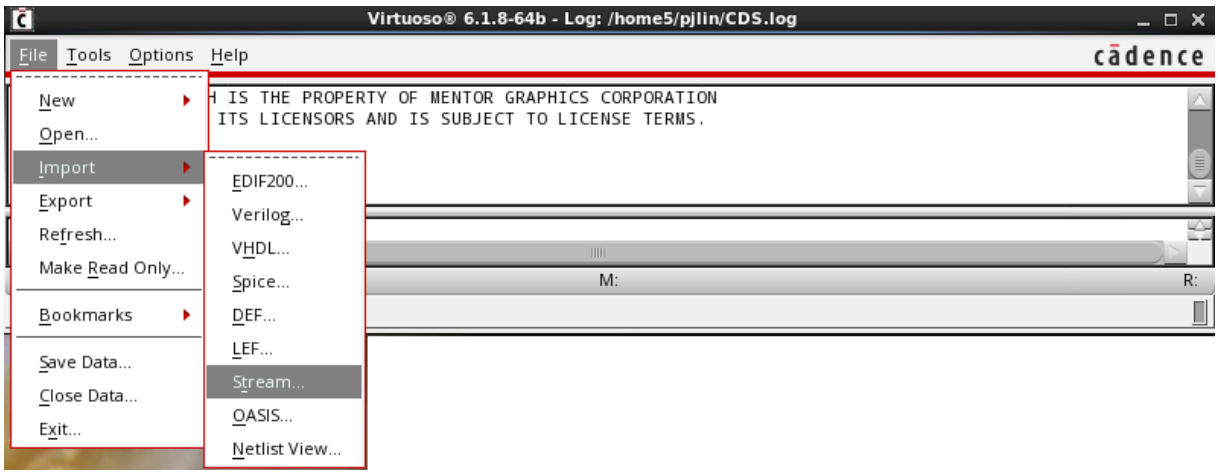


圖 2.1

出現 XStream In 視窗，在 “Stream File” 點選視窗 Browse… ，帶入想要匯入的 GDS 檔案(如 DR_OSC_bug_drc.gds)。接著填寫命名 “Library” (如 DRC_debug)，於 Technology 類別，在“Attach Tech Library”，選擇 TSRI Library，與 TSRI Library 共用 TF，Layer Map 即會自動帶出。最後，點選 Translate 即可。(如圖 2.2 所示)

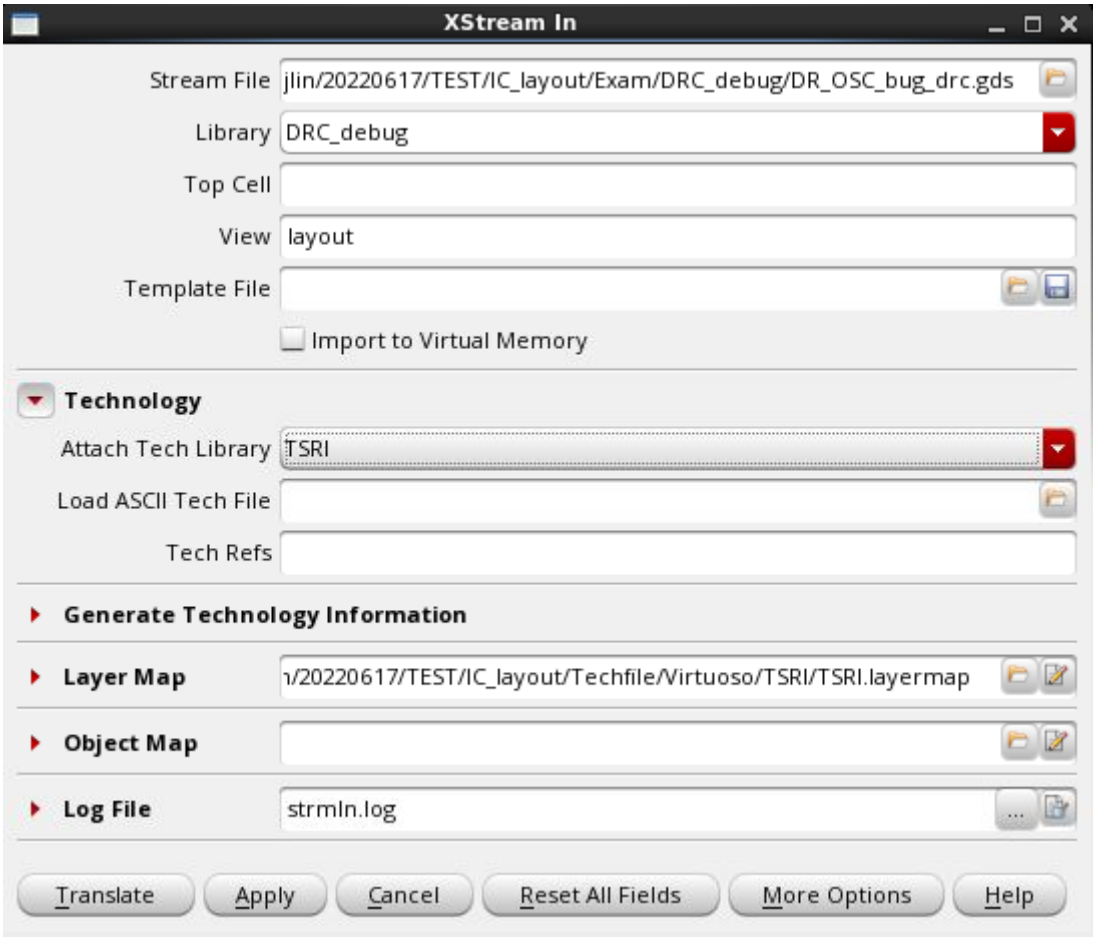


圖 2.2

匯入完成後，Virtuoso 會彈出訊息視窗(如圖 2.3 所示)，如看見圖示!!且無發生 error，表示成功匯入 GDS 檔案，也可查閱 strmIn.log 記錄檔，確認錯誤訊息。

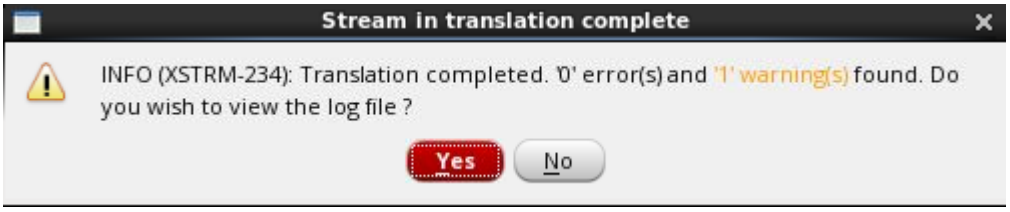


圖 2.3

回到 CIW 視窗，點選 Tools > Library Manger 可打開 Library Manger 視窗(如圖 2.4 所示)，接著可看到剛剛匯入的 Library: DRC_debug，開啟 Cell: DR_OSC, View: layout，即可看見佈局(如圖 2.5 所示)。

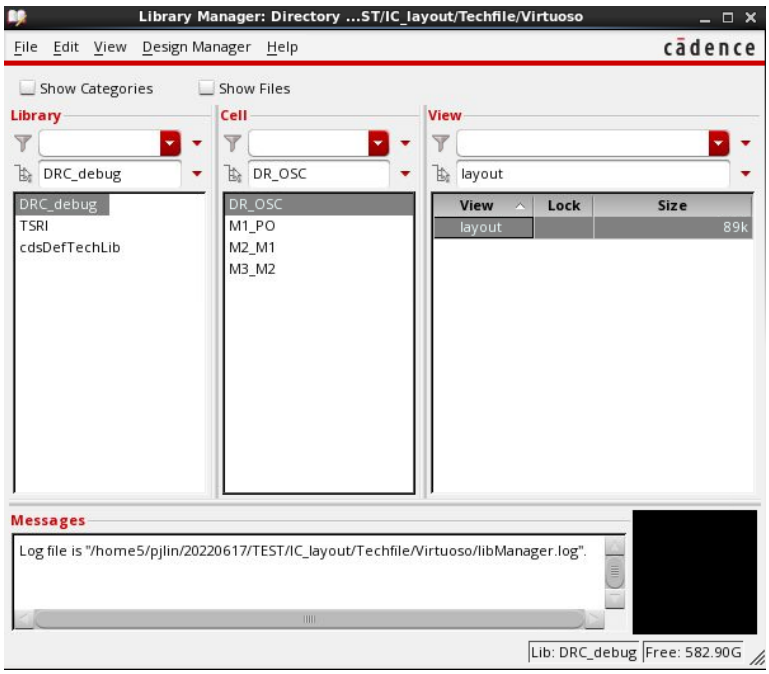


圖 2.4

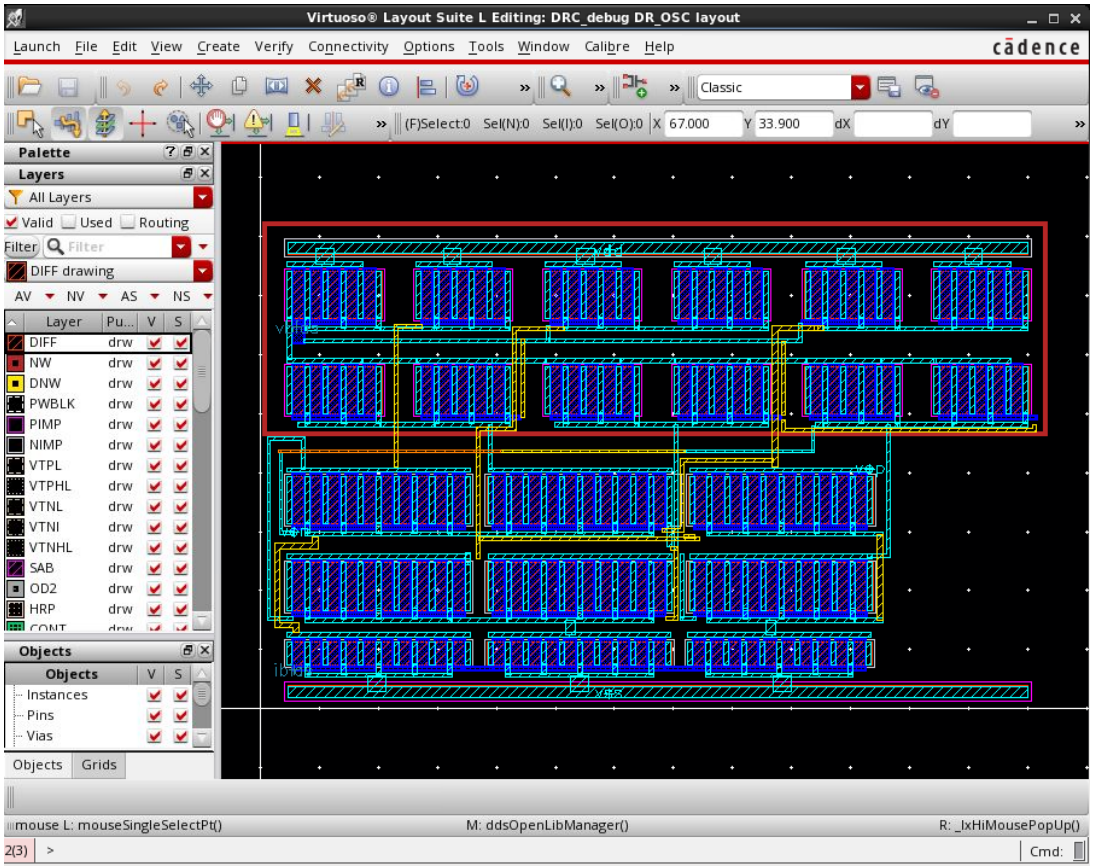


圖 2.5

(2)使用 Laker:

首先開啟 Laker 佈局軟體(可在 Terminal 視窗，執行指令 laker &)，並在 Laker 主視窗，點選 File > Import > Stream… (如圖 2.6 所示)

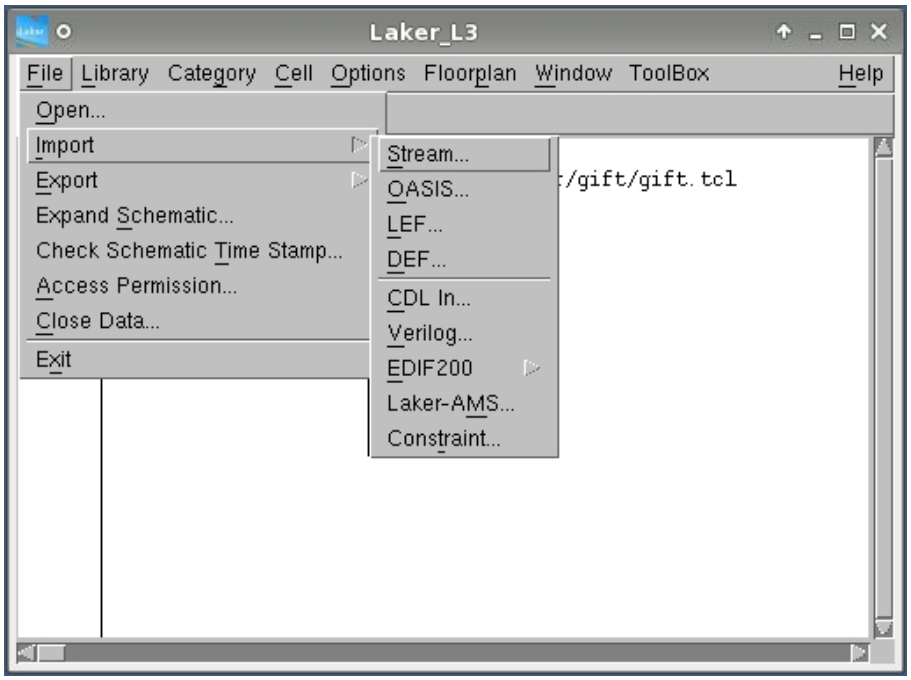


圖 2.6

出現 Import Stream 視窗，在 “Input File Name” 點選 ，帶入想要匯入的 GDS 檔案(如 DR_OSC_bug_drc.gds)。接著填寫 “Library Name” (如 DRC_debug)，接著，在 “ASCII File”，點選 ，帶入 technology file (如 laker.tf)。最後，點選 OK 即可。(如圖 2.7 所示)

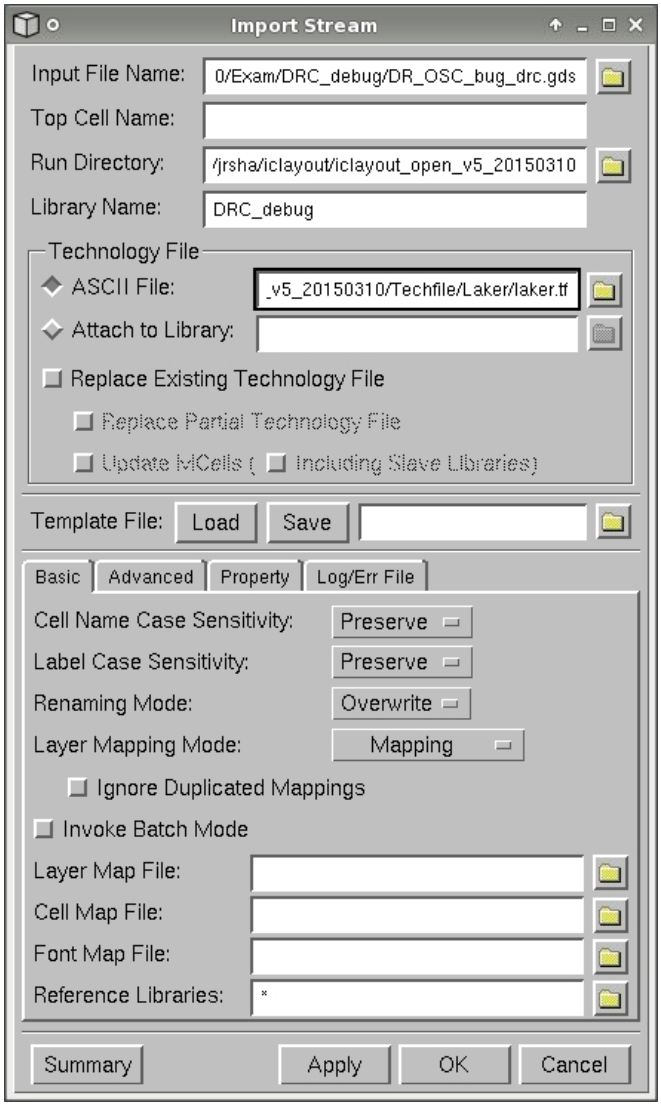


圖 2.7

匯入完成後，可在 Laker 主視窗看見訊息，表示成功匯入 GDS 檔案。(如圖 2.8)

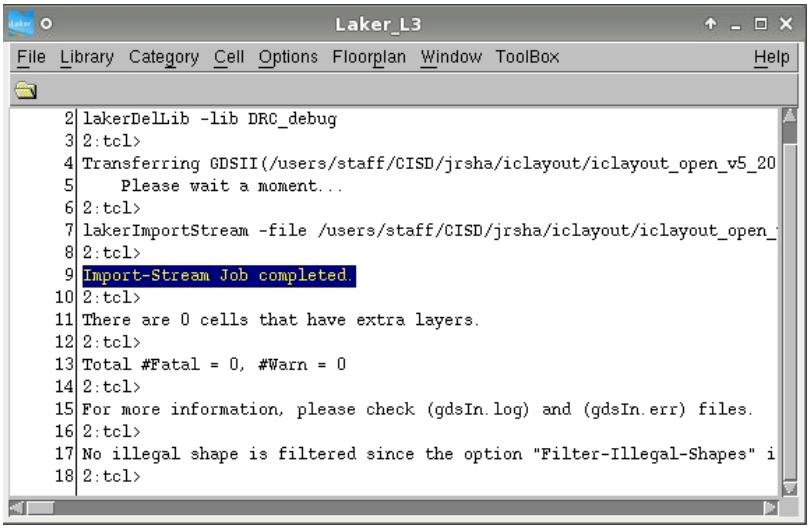


圖 2.8

回到 Laker 主視窗，點選 File > Open 可打開 Open Cell 視窗(如圖 2.9 所示)，接著可看到剛剛匯入的 Library: DRC_debug，開啟 Cell: DR_OSC, View: layout，即可看見佈局(如圖 2.10 所示)。

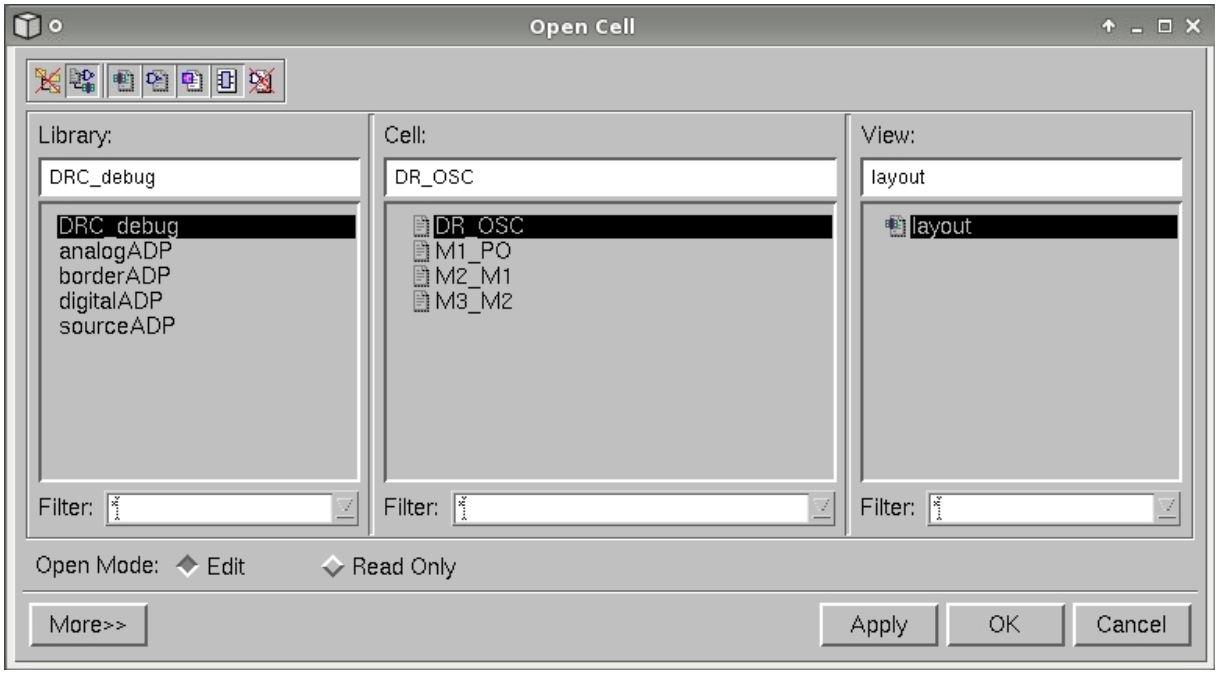


圖 2.9

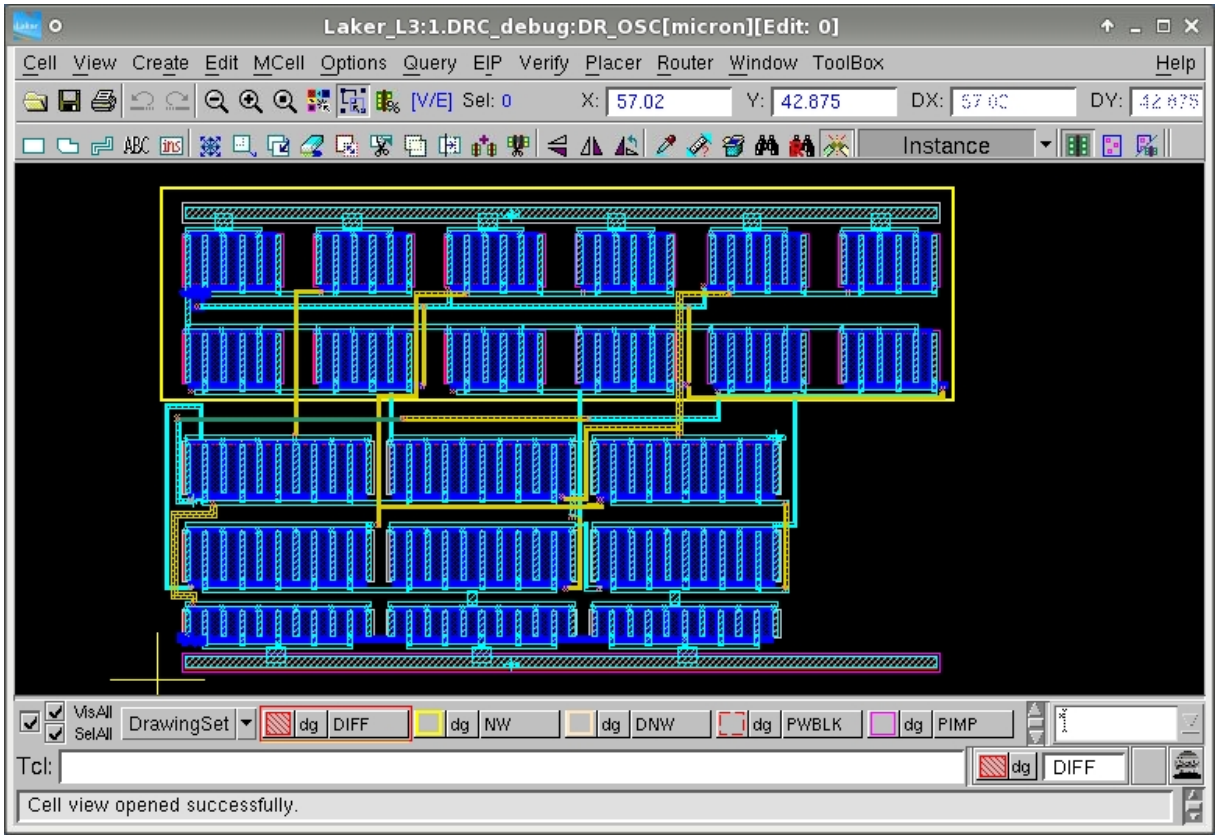


圖 2.10

問題 3：為何使用 Virtuoso 佈局軟體，無提供 Technology File，怎麼建立 Library，或發生沒有佈局的圖層顏色與圖案？

答：使用 Virtuoso 佈局軟體，請於/Techfile/Virtuoso 資料夾下，執行指令啟動，建立 Library 時，可使用 Attach Library 方式建立，指定到 TSRI Library(如圖 3.1)，以避免發生 Layer 顏色(color)與圖案(pattern)無定義狀態(如圖 3.2)。匯入與匯出佈局時，Layer Map 也會與 TSRI Library 共同，減少發生問題。

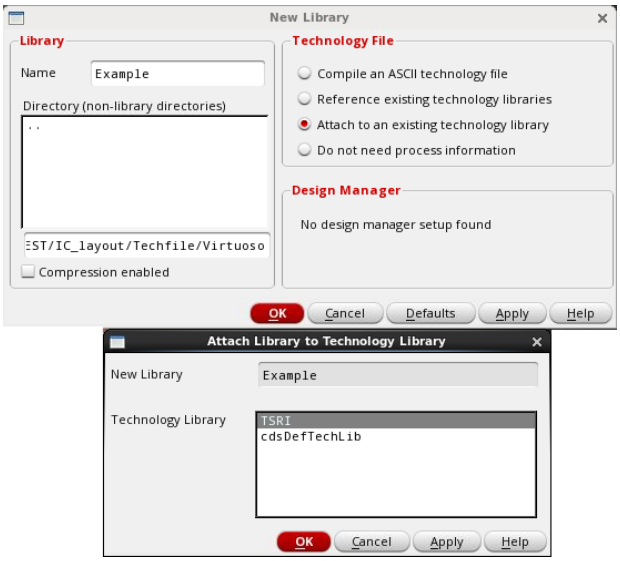


圖 3.1

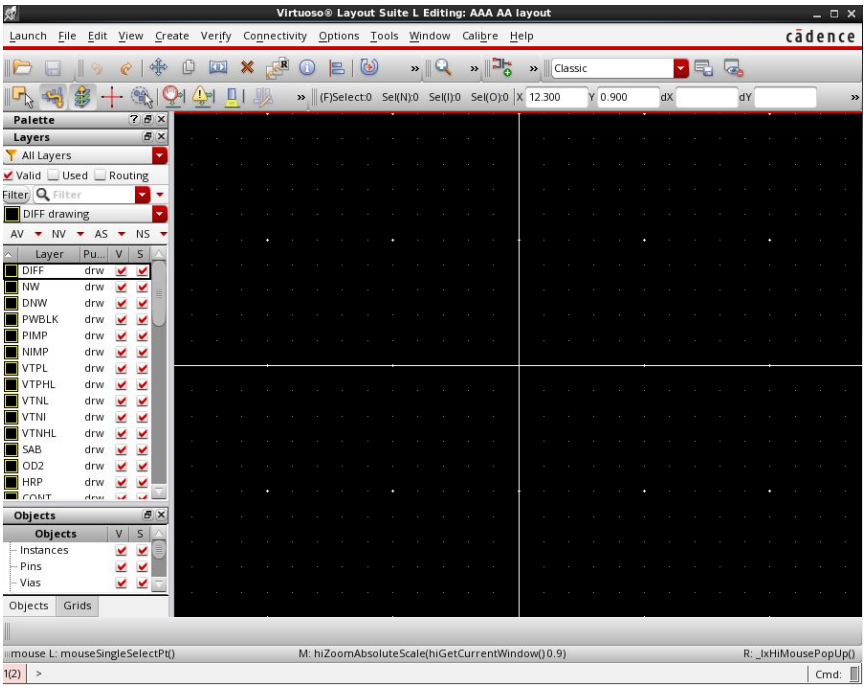


圖 3.2

學科筆試：

選擇題：請在左列填入正確的選項。

1(4) 1.當 IC 佈局設計規範(Layout Rules)要求“M2.W.1 Minimum METAL2 width ≧ 0.45um”，這傳遞了下列哪項訊息?

(1) 金屬層 2 的最小寬度必須≧ 0.45 um
(2) 金屬層 2 的最大寬度必須＜0.45 um
(3) 金屬層 2 與金屬層 2 的最小間距必須≧ 0.45 um
(4) 金屬層 2 與金屬層 1 的最小間距必須≧ 0.45 um

(2) 2.下列哪項驗證步驟的目的是檢查佈局和電路圖(schematic)之間的一致性？

(1) DRC
(2) LVS
(3) ERC
(4) LPE(PEX)

(4) 3.下列哪項驗證步驟的目的在進行佈局寄生元件之萃取？

(1) DRC
(2) LVS
(3) ERC
(4) LPE(PEX)

(1) 4.下列哪項驗證步驟的目的在於檢查佈局設計規則？

(1) DRC
(2) LVS
(3) ERC
(4) LPE(PEX)

(4) 5.下列哪個佈局考量，可以改善類比電路的匹配特性？

(1) 對稱性 (Symmetry)
(2) 元件擺放方向 (Orientation)
(3) 填補(Dummy)
(4) 以上皆是

(2) 6. 在佈局中，要讓兩層金屬層相連接，需使用到下列哪一層的佈局？

(1) contact
(2) via
(3) poly
(4) passivation

(1) 7.在 NMOS 通道的傳導電流最主要的載子是？

(1) 電子
(2) 電洞

(3) 離子

(4) 原子

(3) 8.下列敘述，何者不是 CMOS VLSI 的優點？

(1) Easy to design

(2) Easy to shrink(3) High static power

(4) High noise margin

(3) 9.一般 CMOS 0.35um 製程技術所允許之最小 Length 的長度尺寸為？

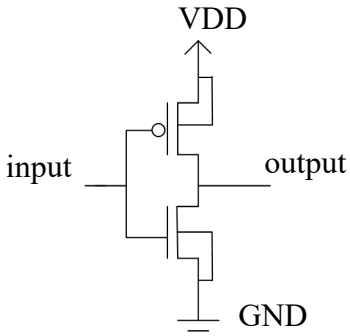
(1) 0.18um

(2) 0.25um

(3) 0.35um

(4) 0.5um

(2) 10.右圖所示，反向器的 “輸入端”為 PMOS 電晶體的哪一端？



(1) Drain

(2) Gate

(3) Source

(4) Bulk

(3) 11.NMOS 元件的 Drain 端是用哪種型式的摻雜來實現？

(1) n-implant 和 p-implant

(2) p-implant

(3) n-implant

(4) field-implant

(1) 12.DRC 是用來檢查電路設計過程中的哪個部份？

(1) Layout

(2) Schematic

(3) Extracted RC

(4) Symbol View

(2) 13.一個雙輸入的 CMOS 基本邏輯閘電路：NAND，會包含以下哪項？

(1) 一個 PMOS 電晶體和一個 NMOS 電晶體

(2) 兩個 PMOS 電晶體和兩個 NMOS 電晶體

(3) 四個 PMOS 電晶體

(4) 四個 NMOS 電晶體

(2) 14. 在傳統靜態 CMOS 邏輯電路之正向邏輯設計，使用 PMOS 電晶體來傳送哪個邏輯訊號？

(1) 0

(2) 1

(3)以上皆非

(4) 0 and 1

(3) 15. “TSMC 0.35μm Mixed-Signal 2P4M Polycide 3.3/5V”製程無法提供？
(1) 4 層金屬
(2) PIP 電容
(3) 4 層 Poly
(4) MOS 元件

(2) 16.兩個輸入的傳統靜態 CMOS NAND 閘需要幾個 MOS 電晶體？
(1) 2
(2) 4
(3) 6
(4) 8

(1) 17.執行 DRC 的步驟後，下列哪種錯誤不會被發現？
(1) MOS 尺寸不一致
(2) Layer distance 太靠近
(3) N-WELL 面積太小
(4) 以上皆是

(4) 18.“Linear I/O”或“Staggered I/O”將包含？
(1) Input pad
(2) Output Pad
(3) Power Pad
(4) 以上皆包含

(4) 19.下列哪一個作業系統可以安裝 EDA 工具？
(1) Solaris
(2) Linux
(3) HP Unix
(4) 以上皆可

(3) 20.哪一種 EDA 工具是用於佈局的驗證？
(1) Virtuoso
(2) Time-Mill
(3) Calibre
(4) Debussy

(1) 21.在元件基底佈局加上 Guard-Ring 並接到乾淨電源，此技巧可用來達成下列何種目的?
(1) 可吸收基底雜訊
(2) 符合設計準則
(3) 減少佈局面積
(4) 增加增益

(3) 22. IC 佈局設計規範(Layout Rules)描述中，“Minimum clearance”此設計規則，是用來說明下列何者？

(1) VDD 與 GND 的 power bus 的距離
(2) 兩個 POLY 層(Layers)的間距
(3) 兩個不同層(Layer)之間的空隙
(4) 兩個不同層(Layer)之間的圍欄

(3) 23.當電路設計者強調要特別注意“Symmetry”的規則，在佈局裡面要特別考量什麼？

(1) 避免交互影響的雜訊
(2) 產生同步訊號
(3) 預防元件不匹配
(4) 降低 IR 損耗

(2) 24.元件佈局中，OD 層通常被用來定義下列何者？

(1) the Well region
(2) the active region
(3) the contact region
(4) the pad region

(2) 25.下列哪個對於 wafer 和 die(dice)的敘述是正確的？

(1) 可能有千個 wafer 在一個 die 裡
(2) 可能有千個 die 在一個 wafer 裡
(3) 一個 die 裡僅有一個 wafer
(4) Wafers 和 dice 並沒有任何關係

(4) 26.當收到一個設計好的電路時，應做哪些動作？

(1) 確定製程選擇版本並取得最新版別之正確的設計準則(design rule)
(2) 再檢查一次這個電路資料的完整性並與電路設計者討論
(3) 製作完整的一個工作計畫
(4) 以上皆正確

(3) 27.LPE(PEX)在一個驗證工具裏代表的意思為何？

(1) 電路模擬
(2) 電路圖的轉換
(3) 佈局參數的萃取
(4) 後端模擬

(4) 28.一個使用 N-well 的佈局有個電阻，此電阻參數為 1. 2kΩ/square，寬度為 3μm，長度為 12μm，請計算電阻值。

(1) 300Ω
(2) 480Ω
(3) 3kΩ

(4) 4.8kΩ

(3) 29.下列哪個佈局驗證流程的順序是對的？
(1) LPE → LVS → DRC
(2) DRC → LPE → LVS
(3) DRC → LVS → LPE
(4) LVS → LPE → DRC

(4) 30.何種情況需加上 Guard Ring 來保護元件？
(1) 此電路有 low noise 的考慮
(2) 此電路有 Latch-Up 的考慮
(3) 此電路有 ESD 的考慮
(4) 以上皆是

(2) 31. Dummy 電阻需加在主要電阻的哪一邊？
(1) left side
(2) resistor's length side
(3) right side
(4) short edge side

(2) 32.有個 Spice netlist 敘述：mp1 y2 fcg err pp hp l=0.3 w=0.3 m=2，hp 是表示什麼？
(1) gate
(2) model name
(3) substrate
(4) drain

(4) 33.有個 Spice netlist 敘述：mp1 y2 fcg err pp hp l=0.3 w=0.3 m=2，fcg 是表示什麼？
(1) drain
(2) substrate
(3) source
(4) gate

(1) 34.已知 Metal layout rule：min width=0.2 μm, min space=0.12 μm。對兩個相鄰寬度均為 1.2 μm 的 Metal line 來說，Metal pitch value 是多少？
(1) 1.32 μm
(2) 1.2 μm
(3) 0.32 μm
(4) 1.52 μm

(4) 35.在 Spice 的 netlist 檔中的"Q"的意思是什麼？
(1) CAP
(2) Diode
(3) JFET
(4) BJT

(3) 36.要利用 6 個並聯的 NMOS 電晶體(L=0.18e-6 W=1e-6)來設計一個較大尺寸的 NMOS 電晶體，該如何描述？

(1) MN1 D G S B N_18 L=0.18e-6 W=3e-6 M=2

(2) MN1 D G S B N_18 L=0.18e-6 W=2e-6 M=3

(3) MN1 D G S B N_18 L=0.18e-6 W=1e-6 M=6

(4) MN1 D G S B N_18 L=0.18e-6 W=6e-6 M=1

(3) 37. 晶片實體製作時，MOS 電晶體的擺置在水平、垂直或是方向 45 度時會有不同的特性，在類比電路需特性匹配設計裡，兩電晶體擺置方向要求？

(1) 需水平方向

(2) 需 45 度方向

(3) 一樣的方向

(4) 一個需水平方向，一個需垂直方向

(1) 38.如何在 IC 佈局階段時，降低雜訊的干擾？

(1) 做一個防護環(Guard Ring)抑制佈局的雜訊源區域

(2) 減少連接線路徑寬度

(3) 增加連接線路徑寬度

(4) 擴大信號線到信號線之距離

(4) 39. 下列 IC 佈局之“Floorplan” 相關敘述，何者正確？

(1) 可用以預估佈局面積

(2) 可用以預估佈局所需時間表

(3) 包含 cell 的佈置與選擇工作

(4) 以上皆是

(2) 40. 在 IC 佈局中，繪製電源供應路徑所需寬度時的考量，何者正確？

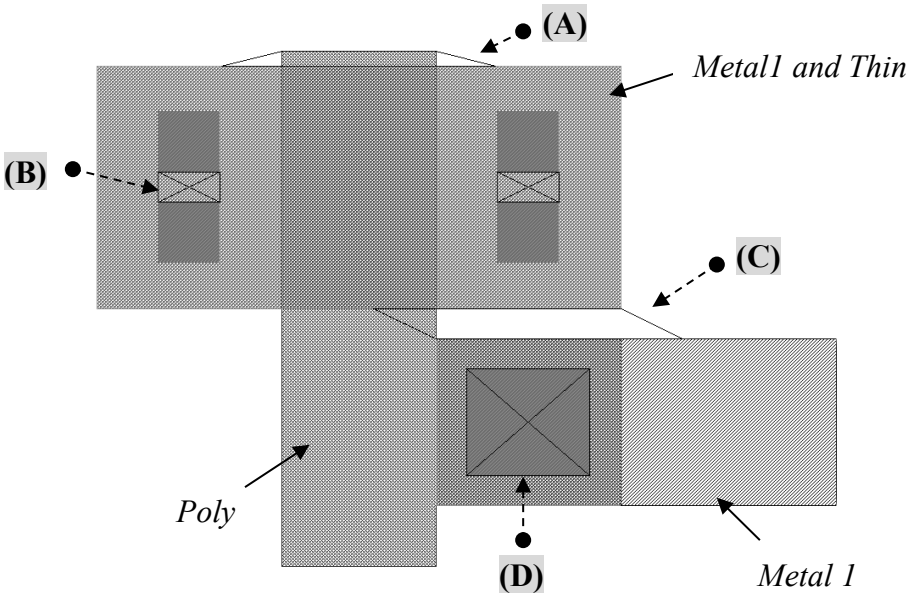
(1) 不需在意路徑寬度尺寸

(2) 由 IC 接腳端平滑地從尺寸大減少到中，進而再變小

(3) 不同層路徑使用不同的尺寸

(4) 尺寸從由 IC 接腳端從小到大依序變化

下圖為 DRC 錯誤的 drawn 佈局，請依照雙引號“”所顯示之佈局的設計規則訊息，找出符合該訊息之(A)、(B)、(C)、或(D)。



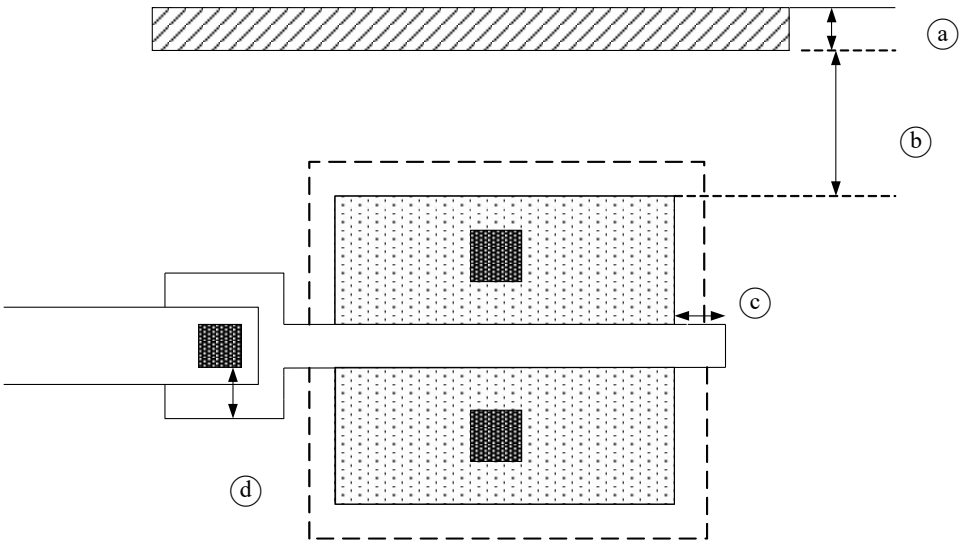
(3) 41. “M1.S.1, Metal 1 間距必須大於 0.25 um”

(1) A
(2) B
(3) C
(4) D

(4) 42. “CO.W.1, CONTACT 必須是 0.4um * 0.4um”

(1) A
(2) B
(3) C
(4) D

下圖是一個簡易的 IC 佈局，且擁有 4 個長寬高的限制：ⓐ、ⓑ、ⓒ、ⓓ



(3) 43.哪一個是 ⓑ 所代表的意義？
(1) 最小寬度
(2) 最小外圍
(3) 最小間隔
(4) 最小的延伸部分

(1) 44.標準 CMOS 製程中，可繪製的垂直型 BJT(PNP)電晶體，射極(Emitter)由什麼圖形層繪製？
(1) p^+-imp
(2) n^+-imp
(3) n-well
(4) 以上皆非

(2) 45.Field Oxide 的區域，指的是晶片佈局的哪區域？
(1) 有繪製 Diff/thin oxide 的區域
(2) 沒有繪製 Diff/thin oxide 的區域
(3) 有繪製 PAD 的區域
(4) 沒有繪製 PAD 的區域

(4) 46.參考 IC 佈局設計規範(Layout Rules)手冊，MOSFET 的汲極(Drain)與源極(Source)在結構上的區別為何？
(1) 電源與連接 N/P-Well 連接點的距離
(2) 需額外的一層 Layer 繪製

(3) Poly(閘極)的偏向

(4) 無結構上區別

(2) 47.以下何者為正確？

(1) 金屬線越窄，越有承受大電流能力

(2) Well 層所繪製電阻值較 Poly 層所繪製電阻值高

(3) N-Well 恆接於電路之最高正電源

(4) 製程金屬層數增加，將降低佈局效率

(1) 48.在 IC 佈局中，單顆大尺寸電晶體如採用多手指(Multi-Finger)技巧繪製閘極，繪製時沒有以下何種效益？

(1) 可縮小晶片佈局面積

(2) 可增進電晶體配對

(3) 可減少閘極電阻帶來的 Noise

(4) 以上皆非

(4) 49.哪一個 UNIX 的指令是用來壓縮與解壓縮檔案的？

(1) ls

(2) cp

(3) mv

(4) gzip

(4) 50.下列對於 Unix 指令描述何者有誤？

(1) chmod 用來更改檔案或目錄的存取權限

(2) which 用來查詢某一個執行檔位於 path 的那一個目錄下

(3) who 用來查詢目前進入系統的使用者的資訊

(4) cp 用來介紹 UNIX 系統各個命令的詳細用法

初階術科實作：

請參考術科練習題，內容包含兩題初階術科題目與解答，可下載後自行練習。

進階術科實作：

請參考術科練習題，內容包含進階術科題目與解答，可下載後自行練習。