

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

第三代超高速匯流排控制電路之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-E-164-006-CC3

執行期間：93年11月01日至94年10月31日

執行單位：修平技術學院電機工程系

計畫主持人：余建政

計畫參與人員：林振漢 鈕健 陳威仁

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 95 年 1 月 30 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果完整報告

第三代超高速輸匯流排控制電路之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：93-2622-E-164-006-CC3

執行期間：93 年 11 月 1 日至 94 年 10 月 31 日

計畫主持人：余建政

共同主持人：林振漢 鈕健

計畫參與人員：陳威仁

處理方式：完整報告內容因涉及專利、技術移轉案或其他智慧財產權，不予公開。

執行單位：修平技術學院電機系

中 華 民 國 95 年 1 月 31 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：工程處

計畫名稱：第三代超高速輸匯流排控制電路之研究

計畫編號：93-2622-E-164-006-CC3

執行期間：民國 93 年 11 月 1 日起至民國 94 年 10 月 31 日

執行單位：修平技術學院電機系

主持人：余建政

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩士論文)	工作內容
雷文智	大學部	專題報告	印刷電路板製作
許嘉欣	大學部	專題報告	印刷電路板製作
蕭健祥	大學部	專題報告	SMD 零件焊接
李照紋	大學部	專題報告	SMD 零件焊接

合作企業簡介

合作企業名稱：欣儀科技股份有限公司

計畫聯絡人：陳聰賢

資本額：500 萬元

產品簡介：電子電機器材及測量治具

網址：ccyu2@ms16.hinet.net

電話：(02)2286-7786

研究摘要：

關鍵詞：硬體描述語言、第三代匯流排、矽智財

本計畫以硬體描述語言設計出超高速第三代匯流排控制器，並具體實作出電路板驗證此控制器。合作廠商利用此設計模組，嵌入該公司既有的第二代匯流排產品，具體改良傳輸效能。計畫執行採理論與實作並行，透過此計畫得執行，讓參與此計畫的人員獲得 2.5GHz 超高速元件的使用，及矽智財的開發經驗

英文摘要：

Keywords : VHDL 、 PCI-XP 、 Silicon Intellectual Property

This project had designed a PCI-XP controller with VHDL and realized a PCB in order to verify the design.

The cooperative company utilized the design to replace their older products with the developed controller to improve performance.

The electrical characteristics of physical layers are studied and simulated. All the members in this project had acquired the silicon intellectual property with high-speed bus up to 2.5GHz.

人才培育成果說明：

此計畫由三位教師與四技部學生共同參與研究，研究過程讓研究成員獲得 PCI-Express 介面開發的實務經驗。產學間的人才培育成果如下：

1. 培育本系使用可程式元件技術之師資：

本計畫率先採用先進 90um 銅製程之 CPLD 元件。計畫的執行過程中，由專長高階 CPLD 元件使用的資深計劃主持人指導，令參與研究的其餘教師及合作廠商之專案工程師在最快時間內，以 CPLD 元件設計出高階 PCI-Express 控制器展示界面卡。

2. 提供教師接觸矽智財研究之機會：

私立技術學院因缺乏國家經費的奧援，一般而言較難獲得產業界大型的產學合作計劃，因此校園內普遍缺乏產學合作管道，連帶的無法獲得產業最新技術。教師經常是空有技術而無發揮的管道，或者是與產業界脫離時間過久而漸漸喪失研發的能力。雖然以非常有限的補助經費執行此計劃，但足以使得研究團隊涉足矽智財產業，使得參與計畫的教師獲得矽智財寶貴的實務經驗及情報資訊。

3. 提升合作廠商邏輯電路設計能力：

合作廠商除了提供部份經費由學界研究具商機的產品以獲得專利使用權之外，也希望由研究過程的參與，培訓本身的工程師邏輯設計能力。此計劃在非常和諧、融洽但是緊湊的產學互動下，達到培訓廠商專案工程師的目的。

4. 緊密建立建教合作管道：

此計畫內容包含實作介面卡所需之相關技術，參與計畫的學生從協助老師的研究過程中，接觸到實務經驗，並且提供學生觀摩合作廠商之機會，使得參與計畫的學生能夠提早接觸職場，提供學生畢業後立刻能就業的機會，大幅減低合作廠商徵才的困難。

技術研發成果說明：

高階可程式邏輯元件因具有低研發風險及逐年降低的元件成本之特徵，且近十年來的製造技術成突破性的成長，90nm 元件技術應用在高速匯流排，已形成風潮。

有鑑於高速匯流排有其商業價值。本研究團隊長期經營 CPLD 技術多年，經年累月所產出的嵌入式元件，除了可以累積智慧財產外，也可以積蓄研發能量。此 PCI-XP 的研究導出以下的技術成果：

1. 控制器硬體描述語言開發：

具體撰寫出 PCI-XP 記憶體控制器的硬體描述語言(VHDL)，並在 QUARTUS 軟體平台模擬，性能達到 2.5GHz 之速度水準。

2. 獲得 PCI-XP 使用經驗：

PCI-XP 規格已成目前 PC 的主流規格，使用在 X86 架構的微處理機系統已成主流。但是在學界的研究實屬罕見，本計劃採用 Altera 的 CPLD 完成 PCI-XP 控制電路，研發團隊認為”能夠使用 PCI-XP”就是非常重要的技術指標。

3. 成功以高階 CPLD 元件完成 PCI-XP 控制器：

本計畫以台積電產出的 90nm 銅製程高階 CPLD 元件，完成展示卡的製作，成功累積以 CPLD 元件發展高速匯流排的實務經驗。

4. 獲得介面卡設計技術：

本計劃產出的展示卡以 PC 為展示平台，可以充份利用 PC 靈活的軟體界面，並透過 PCI-XP 匯流排對展示卡下達控制指令。此系統架構將成為未來半導體元件廠展示新產品的有力方法。本團隊也將全面性地將展示卡的開發過程文件化，除了可加快未來相關研究的研發時程，並且可以據此向介面卡設計商投石問路，尋求產學合作商機。

5. 擴大學界記憶體應用技術之陣容：

研究初期雖僅限於所提報的研究人員執行此計畫，隨著計畫的順利進行，此計畫吸納本系多位在微處理機應用上學有專精的教師，投入以 CPLD 元件開發 PCI-XP 控制模組之研究行列，進而壯大本系在嵌入式 IP 的研發陣容，並計畫以本系之資源配合，舉辦相關應用技術之研討會，以縮小學界與產業界的技術差距。

技術特點說明：

除非是主機板、繪圖卡等主流產品，一般的電子工程師或電子學的教師，更難有使用 PCI-XP 的實務經驗。而超高速 PCI-XP 規格的產品已經大量產出，本計畫發展出 PCI-XP 控制器矽智財，並且實際製作出展示板測試此電路；電路採嵌入式設計，不只能應用在合作廠商的產品，以可以廣泛使用在須配備高效能記憶體之嵌入式系統。

參與計畫的教師及學生，獲得以下高速 PCI-XP 控制器元件的實務技術：

1. 將 PCI-XP 規格書轉換成硬體描述語言

PCI-XP 是公開的規格，本計畫投入極大的心血將控制器規格轉換成硬體描述語言，產出的成果具可攜性。

2. 硬體描述語言在 QuartusII 軟體模擬成功

本計畫所產出的控制器電路之硬體描述語言，在 QuartusII 軟體平台經歷模擬、偵錯的繁瑣過程，直到確認動作正常。

3. 展示板的製作過程中獲得 PCI-XP 電壓源配置技術

PCI-XP 採用 3.3V 低工作電壓之差動信號架構，妥善的電壓源雜訊處理才能保有匯流排的穩定性。本計畫提供合作廠商電壓源電路圖及經驗證的 BOM 表，可以免去廠商電源設計的驗證時間。

4. 展示板的製作過程中量測出 PCI-XP 匯流排信號的眼狀圖

高速匯流排的電氣信號，常以眼狀圖為依據。本計畫成功測量出 PCI-XP 的匯流排的眼狀圖，此技術可以累積爾後研究高速資料匯流排的研究實力。

5. 文件化展示板的製作流程可加快爾後相關研究時程

PCI-XP 匯流排技術是頂尖的產業技術，PCI-XP 控制器在國際級的電子大廠間，已是發展成功且商品化技術。

本計畫投入非常有限的研究經費，使得體質非常小型的合作廠商能夠晉身 PCI-XP 使用行列，令人實感欣慰。

本計畫採用 PCI-XP 介面卡設計，搭配圖型控制軟體，大幅提升展示卡的附加價值。雖然歷經一年才完成展示板，但是將研究過程文件化整理後，可以大幅降低製作時間到 3 至 6 個月。

可利用之產業及可開發之產品：

PCI-XP 匯流排目前已成為 PC 的主流配備，本計劃產出的 PCI-XP 控制器則是應用在嵌入式微處理器尤其是 CPLD 架構的電路設計。採用內嵌 PCI-XP 控制器，可以開發出更富附加價值的產品如：

1. 影象擷取系統
2. 影象識別產品
3. 指紋辨別系統
4. 聲音識別產品
5. 工業用智慧型機器人
6. 家用智慧型機器人
7. 智慧型家用電器
8. 衛星導航系統
9. PDA
10. 汎用型嵌入式微處理機控制卡
11. DSP 處理機記憶體系統
12. HDTV 影象處理

此外，所開發出的 PCI-XP 控制器具有很高的可攜性，可以適用於各種嵌入式處理機的應用領域，提升高速匯流排效能，降低耗功率及系統成本。

推廣及運用的價值：

IC 設計業在過去幾年經歷過盲目擴張期，全勝時期全台有大大小小的設計公司約兩三百家，近年慘烈的殺價競爭下，指標性的產品 USB 控制器由最開始的 20 美元一路下殺到 1 美元，市況供過於求之慘烈由此可窺知，IP 市場需求也是處於寒冬。估計有 90% 的設計公司處於嚴重的虧損狀態。

與大陸型的國家比較之下，台灣的物產實在不豐，勞動力也不足。本國的經濟命脈，除了依靠勤奮的民族性外，就是要源源不斷開發智慧財，IC 設計要不斷成長、不斷開發出新產品，才不致於泡沫化。

就吾人近年來觀察 IC、IP 設計業的發展，發現有以下的經營困境：

1. 電子大廠本身有堅強的 IC 研發團隊，技術甚少外求，當然也就令專業的 IC 設計公司失去爭取大訂單的機會。
2. 花費數十萬元所購得的 IP 常有：不會用、不好用、不適用等情事發生，造成對 IP 有需求的小型電子公司裹足不前。

解決 IC 設計業的困境應該由中小型電子公司做起，也就是：有能力設計 IP 的中小型電子公司才會有意願再花錢買需要的 IP。

因此培訓中小型電子公司具有獨立發展 IP 能力，不僅不會泡沫化 IC 設計業，反而可以做大 IC 設計市場。

本計劃產學合作之經驗，除了提升教師本身的研發能力之外，也附帶培訓合作廠商之工程師，使得廠商在 IP 取得上更富信心。