

图形处理器 (GPU) 专利态势研究

万雪佼, 徐步陆

(上海硅知识产权交易中心有限公司, 上海 200030)

摘要: 作为图形处理器 (GPU) 技术发展的风向标, 报告对全球和中国的 GPU 技术发展历史、专利发展状况和主要厂商分别进行了分析, 包括年度公开趋势、专利公开国分布、专利技术趋势、重点发明人, 专利引证排名等分析, 可供产业发展和投资决策参考。

关键词: 图形处理器; GPU; 专利; 集成电路产业

中图分类号: F426.63; TN40 文章编号: 1674-2583(2017)07-0006-4

DOI: 10.19339/j.issn.1674-2583.2017.07.002

中文引用格式: 万雪佼, 徐步陆. 图形处理器 (GPU) 专利态势研究[J]. 集成电路应用, 2017, 34(7): 6-9.

Research on Patent Situation of Graphics Processor (GPU)

WAN Xuejiao, XU Bulu

(Shanghai Silicon Intellectual Property Exchange Co., Ltd, Shanghai 200030, China.)

Abstract: As the graphic processor (GPU) product report based on patent analysis, GPU technology development history and development status of patents in China and major manufacturers were analyzed, including the annual application trend, patent owner distribution trend, inventor distribution, patent citation ranking.

Key word: Graphic Processor Unit, GPU, patent, IC Industry

图形处理器 (GPU, Graphic Processor Unit) 是 CPU、DSP 之外的一种高端通用处理器。CPU 中计算单元 ALU 约为 25%, 逻辑控制为 25%, 缓存 Cache 50%, 而 GPU 中计算单元 ALU 通常达到 95%, 缓存 Cache 为 5%。近年, 由于图形处理器采用了数量众多的计算单元, 具有大规模并行计算能力, 在机器视觉和深度学习等人工神经网络、人工智能等领域得到了普遍应用。

1 GPU概述

图形芯片主要的功能就是把 CPU 计算好的数

据转换为显示像素, 并产生对应的同步模拟信号到显示器上。早期的代表性产品是 3dfx 公司于 1996 年推出的代号 Voodoo 3D 图形加速芯片。NVIDIA 于 1999 年推出 GeForce 256 产品时提出的 GPU 技术定义是“集成了变换 (transform)、光照 (lighting)、三角形设置/剪裁 (triangle setup/clipping) 和渲染引擎, 每秒能处理 1 000 万多边形的单芯片处理器”^[1]。目前全球有约 10 家公司推出商用 GPU, 包括产品如独立显卡、集成显卡、核芯显卡 (集成在 CPU 中^[2])、嵌入式 SoC, 以及 GPU 架构授权。当前 GPU 的芯片提供

基金论文: 上海市软件和集成电路产业发展专项资金资助项目 (2016.160505)

作者简介: 万雪佼, 上海硅知识产权交易中心有限公司项目经理, 研究方向: 集成电路知识产权交易与授权。

徐步陆, 上海硅知识产权交易中心有限公司总经理, 研究方向: 集成电路知识产权、专利交易、IP 授权。

收稿日期: 2017-6-8, 修回日期: 2017-6-19。



商有:

(1) 美国处理器芯片公司: Intel, AMD 和 NVIDIA。Intel, AMD 和 NVIDIA 是国际上仅有的三家桌面 PC 机 GPU 提供商。Intel 提供桌面和笔记本核心显卡 Gen 系列, 推出的嵌入式处理器多采用自主设计 Gen 系列。AMD 提供核心显卡 Radeon 品牌系列, 其嵌入式处理器和 GPU 采用的也是自主设计 GPU 核心。AMD 集成 CPU 和 GPU 的芯片被 AMD 公司称为 APU。NVIDIA 提供 GeForce 品牌(图 1) 系列显卡, 还提供移动包含嵌入式 GPU 的应用芯片 Tegra 品牌系列。其中 Tegra 和其他公司嵌入式 GPU SoC 主要用于手机不同, 主要用于汽车领域。

(2) 美国系统级 SoC 芯片公司: Qualcomm。Qualcomm 拥有自主 GPU 品牌 Adreno。Qualcomm 将 Adreno GPU 和来自 ARM 授权的 CPU 组成 SoC 芯片产品销售, 产品广泛用于移动领域包括手机和平板电脑。Qualcomm 在 2009 年之前采用图形芯片设计公司 ATI 的 Imageon 平台。2009 年之后 Qualcomm 使用购自 AMD 的“向量绘图与 3D 绘图技术”, 并发展为自己的 GPU 品牌 Adreno。

(3) 日本芯片公司: DMP 和 Takumi。DMP 的 GPU 主要用于任天堂游戏机, Takumi 的 GPU 主要用于数码相机。

(4) 中国芯片公司: 长沙景嘉微电子、上海兆芯(图 2)。长沙景嘉微电子公司的 GPU 技术源自国防科大, 推出的 GPU 芯片完全军用, 主要客户是中国航空无线电电子研究所。上海兆芯集成电路公司的 GPU 技术源自威盛电子旗下合资的 S3 Graphics, 目前推出了包含自主知识产权 GPU 的 Elite 系列 SoC。

(5) 国际 IP 架构授权公司: ARM(英)、Imagination Tech(英)和 Vivante(美)。ARM (2016 年被日本软银收购) 提供 Mali 系列 GPU, Imagination Tech 提供 PowerVR 系列 GPU, Vivante 公司(美国公司, 2015 年被上海芯原收购) 提供 GC 系列 GPU。这三家公司的业务是 IP 核授权模式, 不直接提供芯片。客户获得 IP 核授权后, 整合入 SoC 产品, 多用于移动领域。APPLE 公司原先使用 Imagination Tech 的 GPU, 但今后将自行开发。

2 GPU 专利分析

本报告检索了 GPU 领域相关技术专利, 主要是

GPU 硬件技术, 包括 GPU 架构、管线、着色器、纹理单元、光栅化单元等等, 也包含部分处理器通用技术如线程调度、指令缓存等, 并且不排除部分和硬件结合紧密或具有相同名称(或关键词)的软件技术^[3]。专利检索方法为限定国际专利分类 IPC 和联合专利分类 CPC, 以及 GPU 相关各结构组成并限定“GPU 及其同义词”为关键词, 最后剔除噪声。IPC 和 CPC 限定为 G06F、G06T、G06N。专利检索截至日期为 2015 年 12 月 31 日前公开(公告)专利。检索时间为 2016 年 9 月, 分析数据不包含该日期之后检索工具收录的 2015 年 12 月 31 日之前公开(公告)的专利。

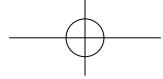
本报告专利检索采用法国 Questel 公司的 Orbit 系统的专利家族库, 即 Fampat 库^[4]。对全球和中国专利数据分析采用 Orbit 系统的分析功能, 专利引证分析排名采用 Questel 公司 Intellixir 专利分析系统(分析数据源从 Orbit 检索结果中导出)。如无特殊说明, 本报告中专利分析对象为专利家族的, 数量单位为“个”; 分析对象为单件专利的, 数量单位为“件”。检索分析专利类型包含发明(美国专利含申请和授权专利, 中国专利含公开和授权公告)和实用新型, 不包含外观设计。

GPU 技术专利趋势分析结果具体如下:

(1) 从专利年度趋势看, 截至 2015 年在 GPU 技术领域全球共计 6 522 个专利家族, 其中 1 766 个家族有中国专利。GPU 技术领域全球专利公开有三波增长, 特别是 2010 年以来较快一波增长, 复合增长率高达 12%; 并且自 2013 年开始每年的公开数量均超过五百专利家族。近三年中国专利公开量较多, 每年公开数量都超过二百个家族。

(2) 从全球专利公开国看, GPU 专利全球布局重心在美国。其中超过总数 80% 的 5 459 个专利家族有美国专利, 剩余世界五大专利局的中日韩分布也排名靠前, 均有超过 10% 专利家族有该国专利布局。从各国公开趋势来看, 在美国、中国和韩国专利布局比重呈逐年上升趋势。

(3) 从专利技术趋势看, 全球 GPU 领域专利 IPC 排名前三的分别是 G06T15/00(三维图像的加工)、G06T1/20(通用图像数据处理的处理器结构; 处理器配置, 如流水线)和 G09G5/00



市场分析 | Market Analysis

(阴极射线管指示器及其他目标指示器通用的目视指示器的控制装置或电路)，并且近三年全球 GPU 专利在 IPC 总数排名靠前的两个领域比重有显著增加。

(4) 从专利权人分布看，全球 GPU 技术领域专利数量排名前 20 的公司占有全球 70% 的 GPU 专利，GPU 专利技术相对集中。排名靠前的公司以美国居多，其次是英国 (ARM 和 Imagination Tech)。日本游戏公司索尼电脑娱乐公司和任天堂公司也有少量 GPU 专利。除台湾 VIA 公司外，排名前 100 的没有中国专利权人。GPU 技术领域全球专利家族持有数量排名前三的分别是 NVIDIA，Intel 和 AMD，它们的 GPU 技术研发都有二十年，历经整个 GPU 发展历程。其中 NVIDIA 最早提出 GPU 定义，其持有专利数量占全球总量的近 20%。微软的多媒体编程接口 DirectX 被 GPU 普遍支持，微软持有的 GPU 相关专利数量也有两百多件，大部分专利为架构、渲染流程以及软硬件接口和资源映射类。

截至 2015 年底，单个中国专利权人仅持有个位级别数量的 GPU 技术专利家族。例如长沙景嘉持有 11 个专利家族，上海兆芯有 7 个专利家族。

(5) 从重点发明人看，排名第一的 Jorn Nystad 自 2003 年开始有 GPU 技术专利申请，是 ARM 推出的 ASTC 贴图压缩格式的发明人之一，专利大部分和图块存储和压缩相关。排名第二的 Michael Mantor 是 AMD 首席架构师。他在 1999 年进入 ATI 公司 (随后 AMD)，一直负责 GPU 架构的研发，其相关 GPU 产品包括 2000 年 R100 以来的所有世代 Radeon GPU、Xbox 360 里的 GPU、Xbox One/PS4 里的半定制 APU、AMD HSA 异构系统架构等。排名第三和第五的 Michael F Deering 和 Michael G Lavelle 都是 Sun Microsystems 公司的架构工程师，3DRAM 联合发明人。两人经常合作开发 3D 图像加速卡，合作时通常 Michael Lavelle 是主要架构师，Michael F Deering 担任顾问架构师。排名第四的 John Erik Lindholm 在 1997 年加入 NVIDIA，现任 NVIDIA 资深杰出架构师 (Senior Distinguished Architect) [5]。他是 NVIDIA 系列 GPU 核心的顶点渲染器和 T&L 单元的架构师，也是 NVIDIA 首款统一渲染架构 GPU 核心 G80 的 shader 引擎设计的主要项目工程师 (the lead project engineer)，是 NVIDIA 统一渲染

器核心架构的核心专利系列发明人之一 [6]。

(6) 从专利引证排名看，全球 GPU 领域专利被引用被引用最多的专利是 NVIDIA 公司的 1997 年申请的 US6697063 专利，该专利和渲染管道系统相关。专利发明采用了双重深度机制 (double-z)，使用扫描/深度引擎将扫描转换/深度缓存处理从一般的光栅化和渲染处理中隔离出来的。扫描/深度引擎外部表现为片段 (fragment) 生成器，在内部解决可见性问题，只让管线剩余部分的可见基元 (primitives) 建立和可见片段渲染，因为节省了光栅化和渲染需求，故能够节省硬件成本。被引用次数排名第二的专利 US5594854 (3DLAB，已过期) 是关于图形渲染硬件中的亚像素校正技术。排名第三的 US5886701 (微软，已过期) 发明了渲染架构中的分块技术，用来解决传统的实时帧缓存。

3 总结和建议

基于以上 GPU 专利分析，结合相关信息，我们的结论是：

(1) 全球 GPU 技术专利数量保持持续较快增长速度，GPU 技术专利近五年的复合年增长率超过 12%。

(2) 美、英、日、韩专利权人是 GPU 技术主要来源，尽管这些专利权人重点布局的国家不尽相同，但基本从 GPU 发展初期就已经开始全球布局。

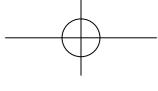
(3) 全球 GPU 专利技术相对集中在较少专利权人手中，专利数量排名前 7 的公司持有超过全球 50% 的 GPU 专利，排名前 20 的公司持有全球 70% GPU 专利。

(4) GPU 技术专利持有数量和市场份额并不完全对等，市场份额是由 GPU 产品架构适合应用的细分领域决定。

(5) 我国原生 GPU 企业，历史短，专利数量极少且布局仅在国内。上海两家 GPU 企业非原生技术，均为并购所得，所持专利数量少，市场拓展认为艰巨。

鉴于 GPU 产业发展机遇及其技术在人工智能中的重要性，国内 GPU 企业积累薄弱的现状，我们对上海下一步 GPU 技术发展、市场创新的建议如下。

(1) 抓住当前新型智能终端对图形计算的刚



性需求，组织发挥好国内已有的产业新秀，抢占 GPU（及异构计算 HSA）技术推广应用高地，并形成专利新集群。GPU 的主要用途仍是 3D 网游中渲染图形，这个领域中国内现有的腾讯、万达等大型网游、影视公司和华为、海康等手机、机顶盒、电视机、安防、计算机终端厂商，给国内外 GPU 开发者提供与国际同步的参与机会。GPU 的另一个主要用途是诸如工业设计软件三维图像生成等工业领域应用。建议组织好行业内的手机、游戏方案公司和软件工具公司等优势企业参与竞争，从而产生新技术点突破和专利布局新机会。

(2) 充分利用国际资源，重视 GPU 全生态链建设，包括 GPU 设计制造生态链、GPU 开发环境生态链和 GPU 应用创新生态链，适当引导项目支持和投资布局。在 GPU 设计制造生态链方面，当前重点还是抓住 GPU IP 在 SoC 中的集成整合，比如引导华为、展讯、兆芯等 SoC 公司对 GPU IP 进行充分消化后的应用提升，同时考虑向苹果公司一样形成自己的 GPU 力量。在 GPU 开发环境生态链方面，API 接口等各类函数库是支撑和连接 GPU、OS 与 APP 的关键结点，当前尤其应发掘培养和引进这方面开发工具库公司，如阿依瓦 ALVA System。在 GPU 应用创新生态链，主要是抓住基于 GPU 高性能计算，结合图像识别、机器学习等人工智能应用机会，将 GPU 和/或异构计算的能力发挥出来。

(3) 在自身技术提升的同时，扩大技术来源，积极参与国际收购和专利收购，快速提升 GPU 技术积累水平和客户渠道来源。从 GPU 发展历史来看，当前几大 GPU 设计厂商中无一不是采用了收购快速或长期与 GPU 公司合作而壮大

自身实力。NVIDIA 从 2000 年先后收购了 3dfx、Exluna、MediaQ、Hybrid Graphics 等十数家公司才逐渐发展壮大。Intel 通过收购 2D 显示设计研发领域领先的 Chips And Tech 公司，获得了研发 2D 显示核心的能力，之后又收购了 REAL 3D 公司 20% 股份，逐步夯实自己的 GPU 设计能力。之前上海的两家公司得益于并购，已经积蓄了一定的能力并用于产品开发。下一步应充分消化吸收已收购的技术，并持续寻找新的技术收购来源，保持技术特色和优势。

参考文献

- [1] Nvidia. Graphics Processing Unit (GPU) [EB/OL]. <http://www.nvidia.com/object/gpu.html>, 2016-10-10.
- [2] AMD发布FirePro W9000GPU和FirePro A3000APU以及多款专业图形显卡[J]工业设计, 2012(08).
- [3] 常轶松. 面积带宽优化的嵌入式GPU可编程着色器体系结构研究[D]. 天津大学博士论文, 2013-06-01.
- [4] The enriched strict family: all equivalent priorities of the family must be identical and based on the invention. Orbit, 201101_family_description.pdf[M]. 法国Questel公司.
- [5] Erik Lindholm [EB/OL]. <https://www.linkedin.com/in/erik-lindholm-b59b223>
- [6] Arun. NVIDIA CUDA Introduction [EB/OL]. <https://www.beyond3d.com/content/articles/12>, 2007-2-16.

华虹宏力荣获国家金卡工程 2017 年度金蚂蚁奖

上海华虹宏力半导体制造有限公司（华虹宏力）的“90 nm 低功耗嵌入式闪存工艺”项目荣获“国家金卡工程 2017 年度金蚂蚁奖，最佳产品配套奖”。这是华虹宏力连续多年获得国家金卡工程建设的最高奖项——金蚂蚁奖，再次印证了华虹宏力在嵌入式非易失性存储器（eNVM）工艺技术上的领先地位。

此次获奖的 90 nm 低功耗嵌入式闪存（eFlash）工艺平台由华虹宏力自主研发，采用全球先进的 200 mm 晶圆代工 eFlash 技术。该工

艺可与标准逻辑工艺完全兼容，能在同一制程兼容嵌入式电可擦除只读存储器；在确保高性能、低功耗和高可靠性的基础上，提供了极小面积的低功耗闪存 IP；具有极高集成度的基本单元库，与 0.11 μm eFlash 工艺相比，门密度提升 30% 以上。能够为 SIM 卡、电子密钥（UKey）、单线协议 SWP（Single Wire Protocol）SIM 卡、社保卡、交通卡等智能卡产品、安全芯片产品以及微控制器（MCU）产品等，提供极佳性价比的芯片制造技术解决方案。（华虹宏力）