

Patent Review

台灣廠商在碳化矽、氮化鎵之專利布局 -以漢磊、嘉晶為例

羅振源撰

2021年6月7日

依據今周刊報導¹，第三代半導體材料的碳化矽（SiC、Silicon carbide）、氮化鎵（GaN、Gallium nitride）與第一代半導體材料的矽（Si）、第二代半導體材料的砷化鎵（GaAs）相比，有著尺寸小、效率高、散熱迅速等特性。適合應用於 5G 基地台、加速快充以及電動車充電樁等相關產品領域，也是目前為止，技術已經足以應用商業化的產品。例如，國際各大廠科銳（Cree）、英飛凌（Infineon），以及羅姆（ROHM）已進入量產碳化矽的階段。過去 3 年來，碳化矽、氮化鎵等化合物成本，已下降 20% 至 25%，將有利於終端產品導入第三代半導體的比率逐漸增加。漢磊科技（Episil Technologies Inc.）、嘉晶電子（Episil Precision Inc.）是台灣廠商當中，在碳化矽、氮化鎵領域，布局較領先的廠商。

本文將以漢磊科技、嘉晶電子為例，利用專利檢索工具針對其在碳化矽、氮化鎵相關技術領域之專利布局做分析和探討。

壹、技術背景²

第三代半導體材料碳化矽、氮化鎵，其主要特點是「寬能隙（Wide Band Gap）」。「能隙」是一個基礎的物理學原理，主要用來研究電子運動的現象，其所產生的效用主要顯現在導電性的差異。能隙越寬，電子越不容易越過，也就越能承受高電壓的系統應用。所以跟第一代半導體材料的矽（Si）相比，

¹ 今周刊 1250 期《台積電想再稱霸 20 年就得靠這種新材料》，<https://www.businesstoday.com.tw/>

² 數位時代 319 期 12 月號《解析台灣半導體奇蹟！》封面故事，
<https://www.bnext.com.tw/article/60316/episil>

Patent Review

貳、專利權人介紹

首先先介紹漢磊科技(Episil Technologies Inc.)和嘉晶電子(Episil Precision Inc.)的投資控股公司-漢磊先進投資控股公司³，其前身為漢磊科技公司，主要的業務為功率半導體及類比積體電路的磊晶及晶圓代工。為了強化在半導體領域的布局，並因應節能、電力轉換及電源管理的需求，於2014年10月轉型成立投資控股公司，同時將磊晶及晶圓代工兩個事業部，獨立為兩家子公司：漢磊科技(Episil Technologies Inc.)和嘉晶電子(Episil Precision Inc.)。漢磊先進投資控股公司架構圖如圖2所示。

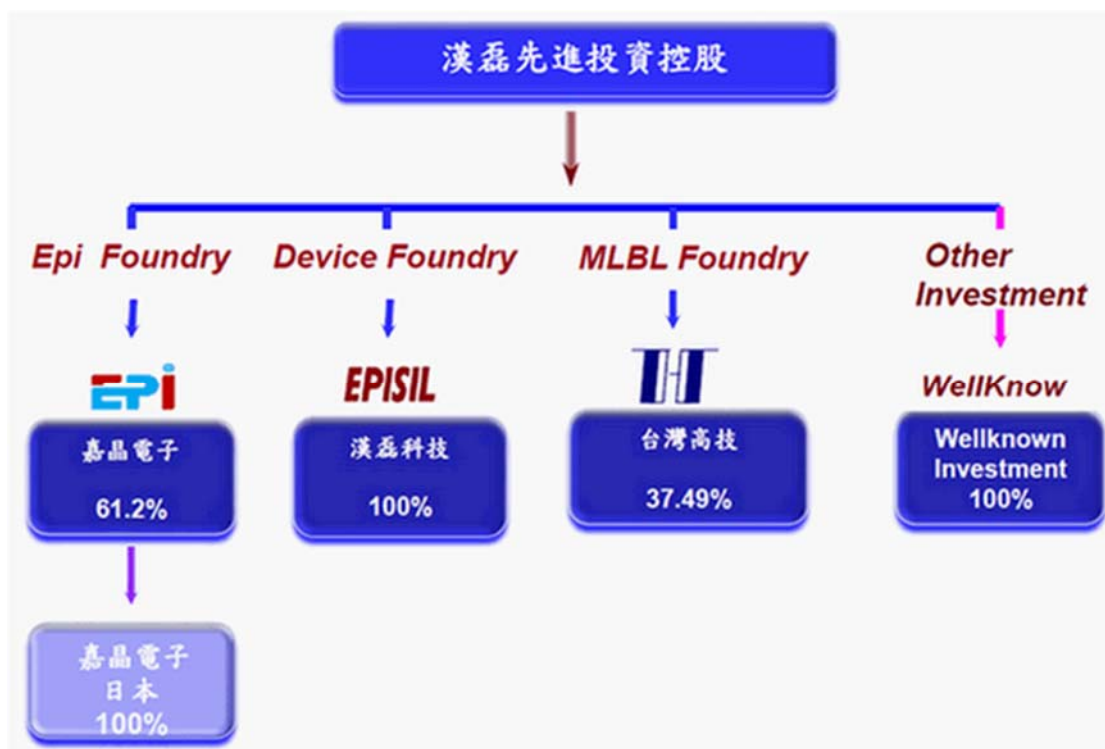


圖 2 漢磊先進投資控股公司架構圖
(資料來源：漢磊先進投資控股公司)

³漢磊先進投資控股公司，<http://www.episil.com/DefaultPage.aspx?Lang=CHT>

Patent Review

漢磊科技⁴於 1985 年設立於新竹科學園區，員工人數約 900 人，資本額約新台幣 20 億元。在 1992 年跨足半導體元件代工產業，成立全球第一家雙載子積體電路（Linear Bipolar IC）之專業代工廠，更在 1996 年開始提供功率半導體（Power MOSFET）元件之代工，為台灣專攻『功率』及『類比』元件代工技術最具代表性的專業廠商。自 1999 年以來不斷擴充產能，目前擁有 1 座 5 吋及 2 座 6 吋之晶圓代工廠，使漢磊科技成為台灣小尺寸晶圓代工廠中最具市場價值及發展潛力的企業。

嘉晶電子⁵於 1998 年設立於新竹科學園區，資本額約新台幣 28 億元。營業項目為研究、開發、生產製造及銷售 Si、SiC、GaN 磊晶材料。2002 年設立日本子公司：日本嘉晶電子株式會社，2016 年嘉晶與漢磊先進投資控股公司下子公司漢磊晶合併。嘉晶電子是台灣唯一能量產 4 吋、6 吋碳化矽磊晶及 6 吋氮化鎵磊晶的公司，其品質也獲得國際 IDM 大廠認可。

另漢磊先進投資控股股份有限公司（簡稱漢磊投控）於 2021 年 3 月 9 日發佈新聞稿⁶合併子公司漢磊科技股份有限公司（簡稱漢磊科技），合併後公司名稱為「漢磊科技股份有限公司」。合併基準日擬訂於 110 年 7 月 1 日。漢磊投控公司考量產業環境變化及目前並無全球性投資營運需求，為專注利基型功率半導體之代工生產，同時擴大布局節能、新能源汽車等相關產業的應用，將改以產業營運模式作為新組織結構發展重心。未來合併後漢磊投控暨漢磊科技將加速掌握產業趨勢，全力發展化合物半導體技術；以利基型矽功率半導體，氮化鎵(GaN)及碳化矽(SiC)之磊晶及元件代工作為主力的營運模式。

於合併基準日後，「漢磊科技股份有限公司」即為集團之母公司包含漢磊科技（Episil Technologies Inc.）和嘉晶電子（Episil Precision Inc.）。

⁴漢磊科技(Episil Technologies Inc.)，<http://www.tech.episil.com/>

⁵嘉晶電子，<http://www.epi.episil.com/>

⁶漢磊先進投資控股股份有限公司(簡稱漢磊投控)與漢磊科技股份有限公司(簡稱漢磊科技)合併，<http://www.episil.com/frmNewsData.aspx?SN=2021031001&CODE=9552857>

Patent Review

參、訂定檢索策略及檢索專利文獻

本報告所設定的檢索目標是以漢磊科技、嘉晶電子為例，針對其在碳化矽、氮化鎵相關領域之專利布局做分析和探討。故檢索的策略是以「漢磊科技 (Episil Technologies Inc.)」和「嘉晶電子 (Episil Precision Inc.)」為目標專利權人，再結合碳化矽、氮化鎵技術關鍵字生成檢索式。使用 Derwent Innovation 專利資料庫進行檢索，得出檢索筆數為 27 個（7 個 INPADOC 同族）的檢索結果。

檢索條件和檢索式歸納如下：

- ◆ 檢索範圍：美國、歐洲、日本、中國大陸、南韓、WO 及我國
- ◆ 檢索時間： ~ 2021/06/07（公開日）
- ◆ 檢索資料庫：Derwent Innovation
- ◆ 專利權人：漢磊、嘉晶（Episil）
- ◆ 關鍵字：碳化矽（Silicon carbide、SiC），氮化鎵（Gallium nitride、GaN）
- ◆ IPC/CPC：全部
- ◆ 檢索式：ALL=((Silicon ADJ carbide) OR (Gallium ADJ nitride) OR (SiC) OR (GaN) OR (碳化矽) OR (氮化鎵)) AND PA=(episil OR (漢磊) OR (嘉晶))
- ◆ 檢索結果：27 筆（7 個 INPADOC 同族），詳細檢索專利文獻請參照陸、附錄。

Patent Review

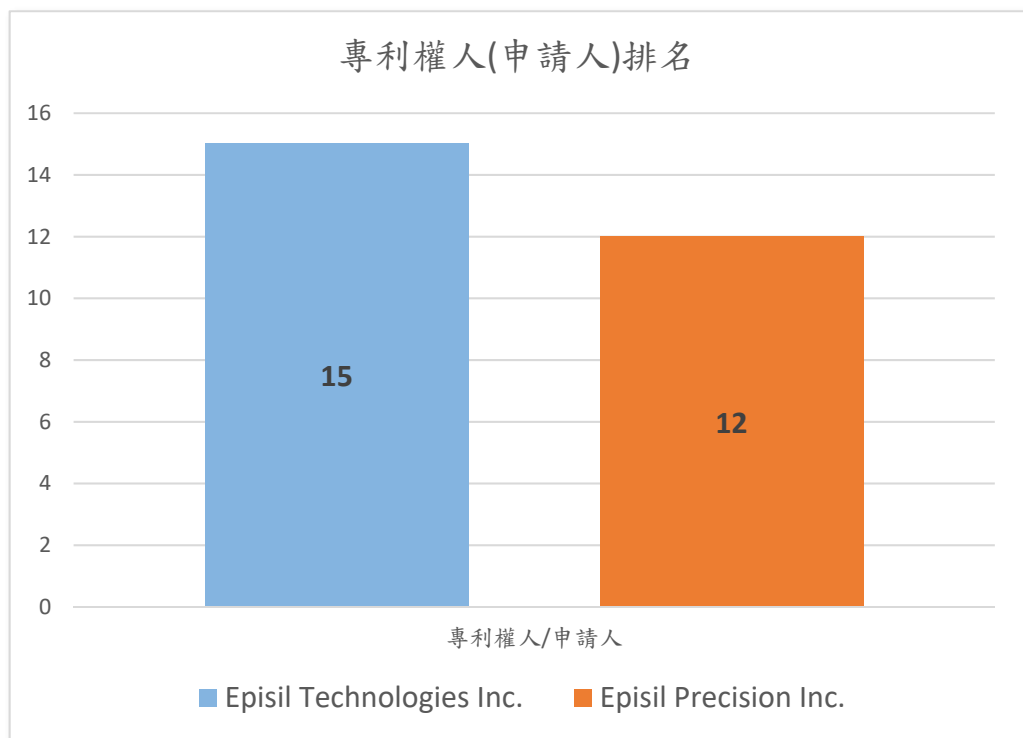
肆、檢索分析

依據檢索結果之 27 件發明專利進行資料分析，可以彙整得出：

- 一、專利權人所占專利數和排名：27 件專利分布於漢磊和嘉晶，其中半導體元件相關專利集中於漢磊，磊晶相關專利在嘉晶，其分布如下：

漢磊 (Episil Technologies Inc.)：15 件

嘉晶 (Episil Precision Inc.)：12 件

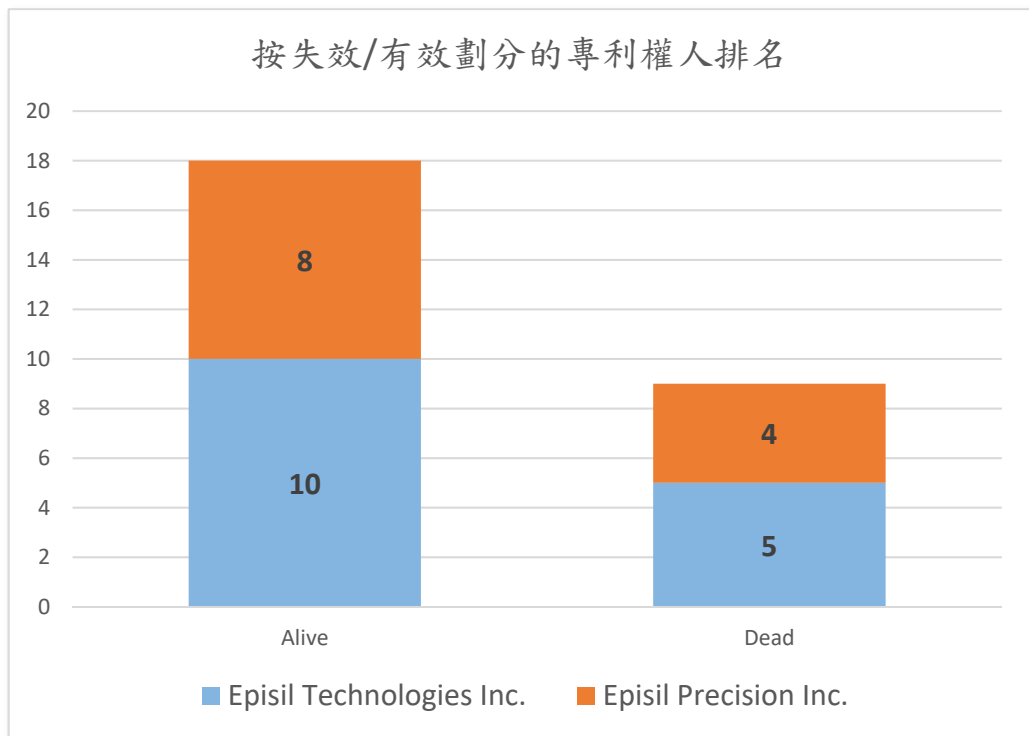


Patent Review

二、 專利有效性和排名：目前依然有效專利

漢磊 (Episil Technologies Inc.) : 10 件

嘉晶 (Episil Precision Inc.) : 8 件

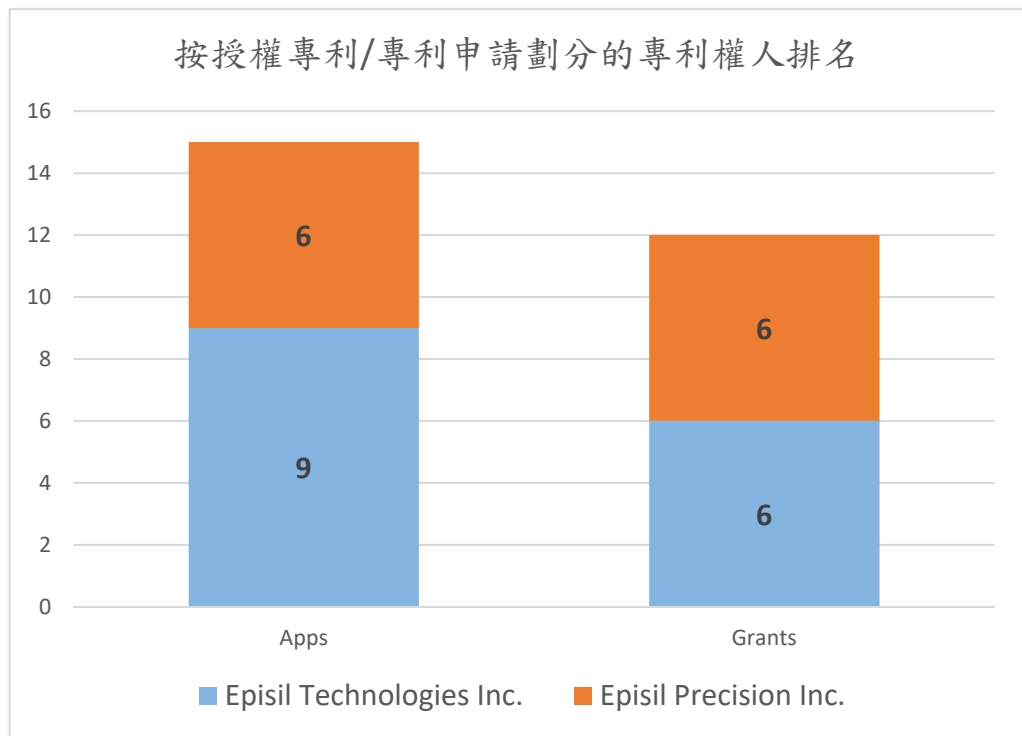


Patent Review

三、 專利權人所占授權/申請專利數和排名：

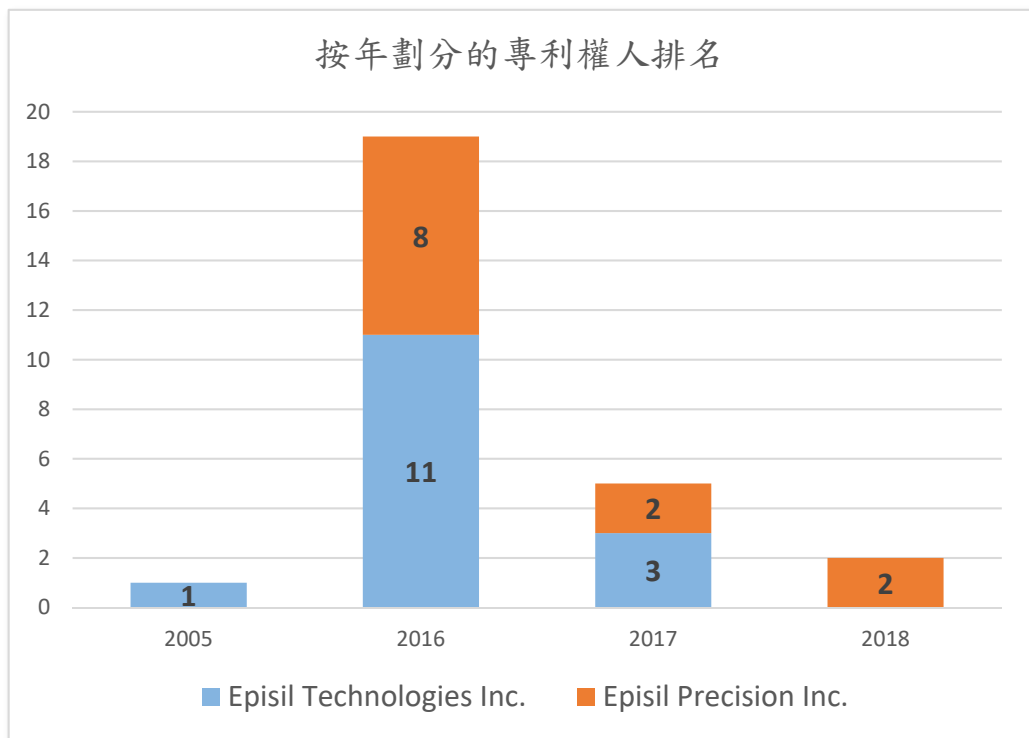
漢磊 (Episil Technologies Inc.)：授權 6 件/申請 9 件

嘉晶 (Episil Precision Inc.)：授權 6 件/申請 6 件



Patent Review

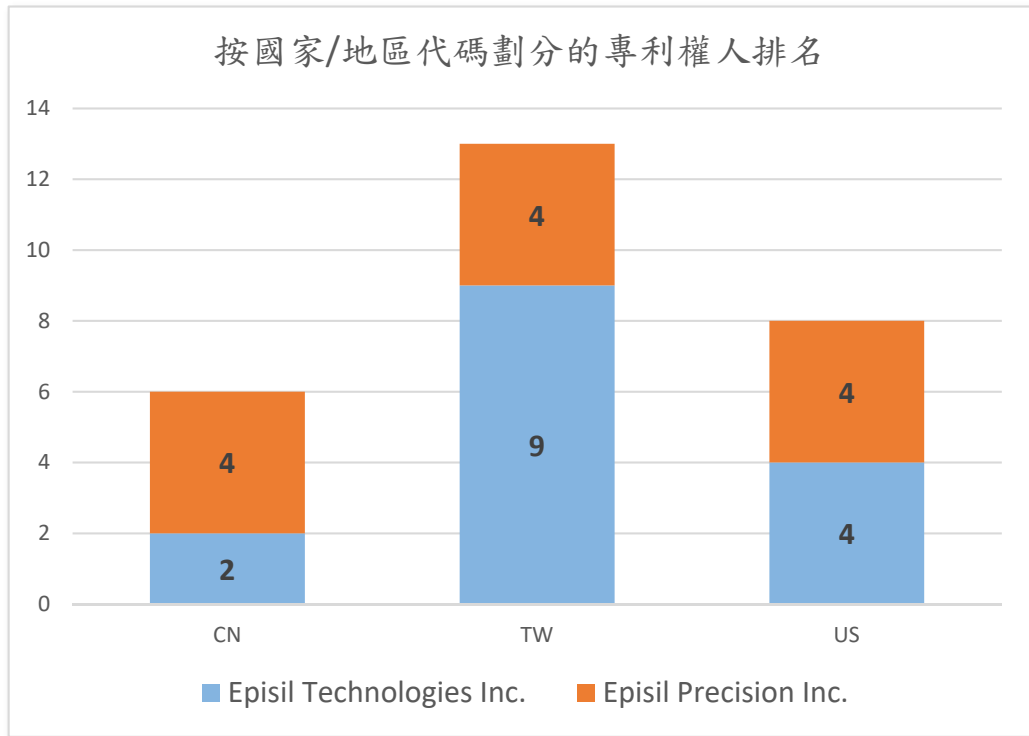
四、專利公開年和排名：主要專利公開年集中在 2016~2017，惟專利申請後到早期公開有 18 個月時間，故可推測主要專利申請年集中在 2014~2015。另觀察於 2005 即有相關公開專利，可見申請人投入甚早；2018 後並無新公開專利，可能利用其他智財保護方式，如營業秘密⁷。



⁷ <https://tw.appledaily.com/local/20171101/LVQF2PRWKKRWTONW2ZLHMAJ6XI/>，2016 年漢磊科技廠副理不滿考績偷機密投奔敵營遭訴，漢磊揭露已做好營業秘密保密措施。

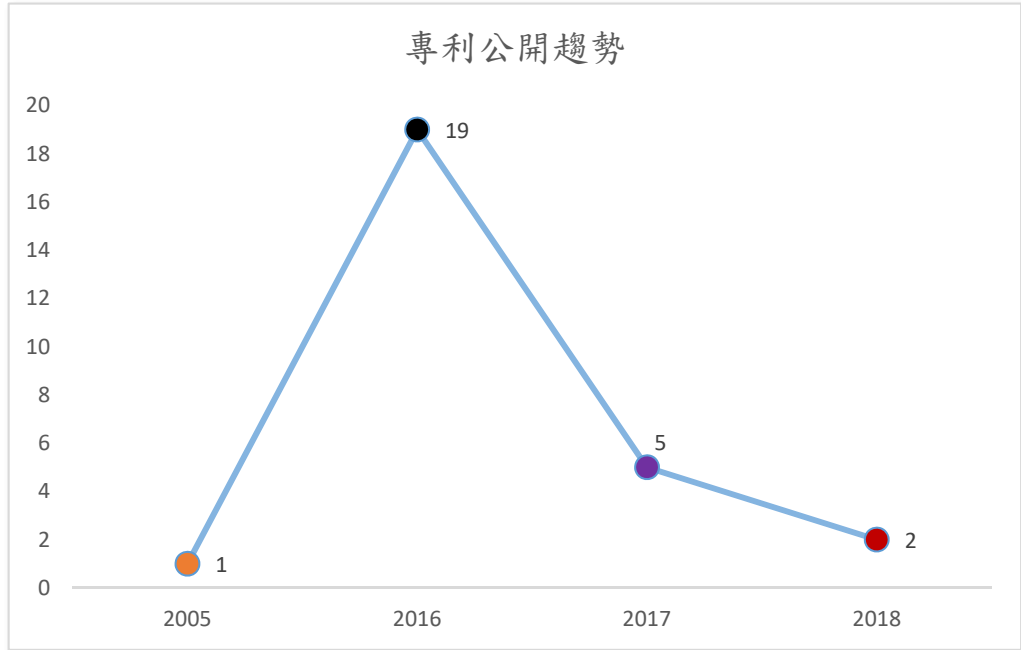
Patent Review

五、 專利之國家/地區和排名：主要專利之國家/地區在台灣（TW）、美國（US）和中國大陸（CN），故可推測其主要目標市場、客戶集中在台灣、美國和中國大陸，另其生產製造所在地位於台灣亦反映其專利數量最高之國家/地區在台灣。

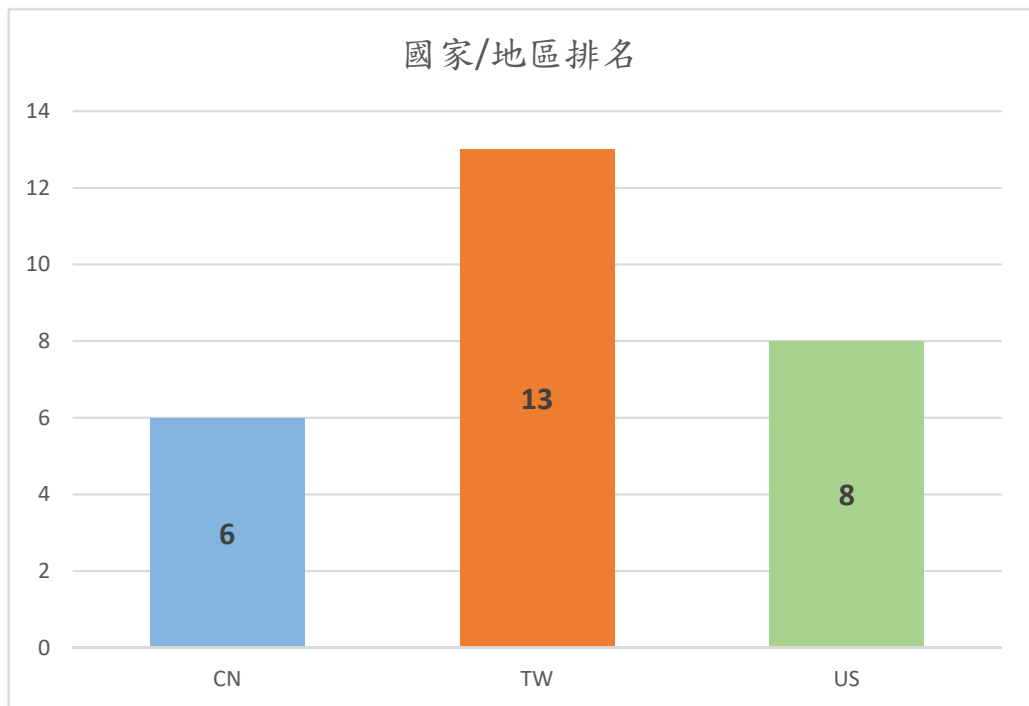


Patent Review

六、專利公開趨勢(漢磊和嘉晶總合):和四、專利公開年所整理之資訊一致,惟資訊為漢磊和嘉晶之總合。

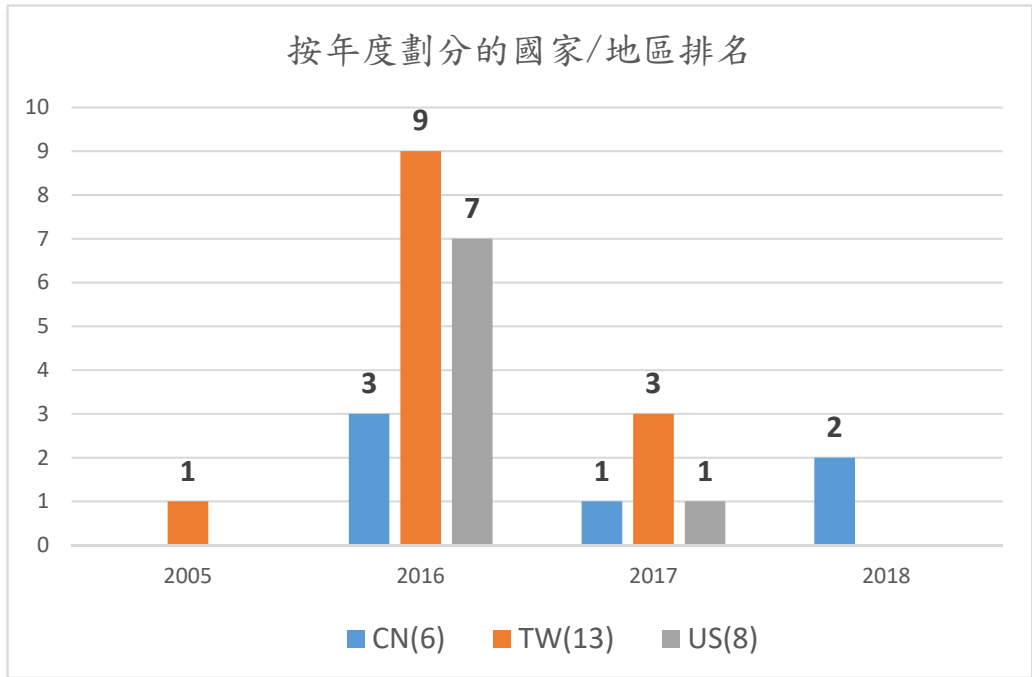


七、專利之國家/地區和排名(漢磊和嘉晶總合):和五、專利之國家/地區所整理之資訊一致,惟資訊為漢磊和嘉晶之總合。

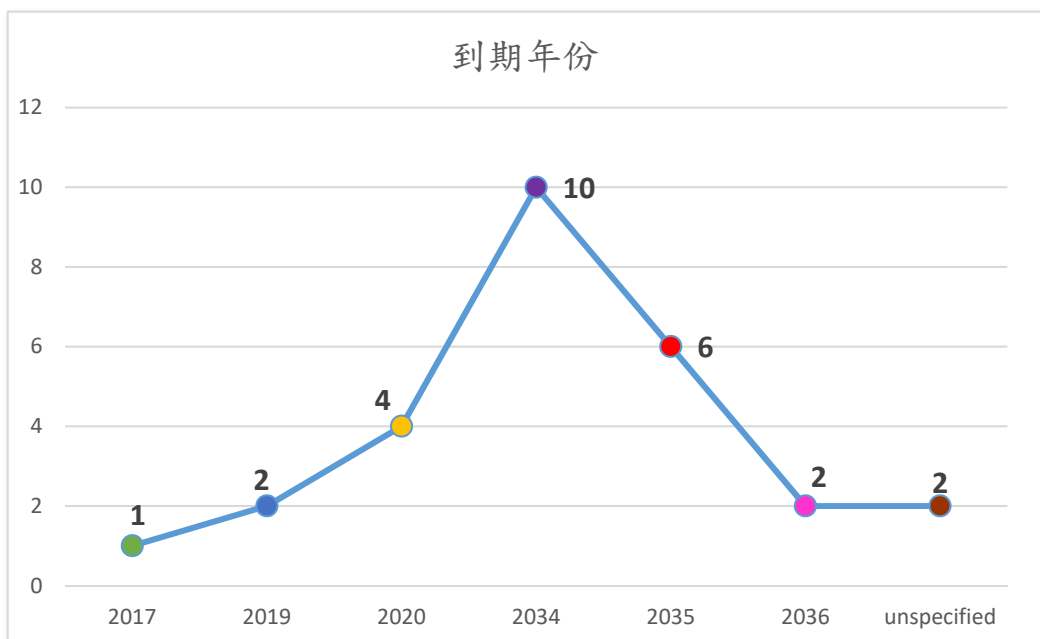


Patent Review

八、按年份劃分的專利之國家/地區和排名(漢磊和嘉晶總合):和六、專利公開趨勢所整理之資訊一致,惟資訊細分國家/地區。

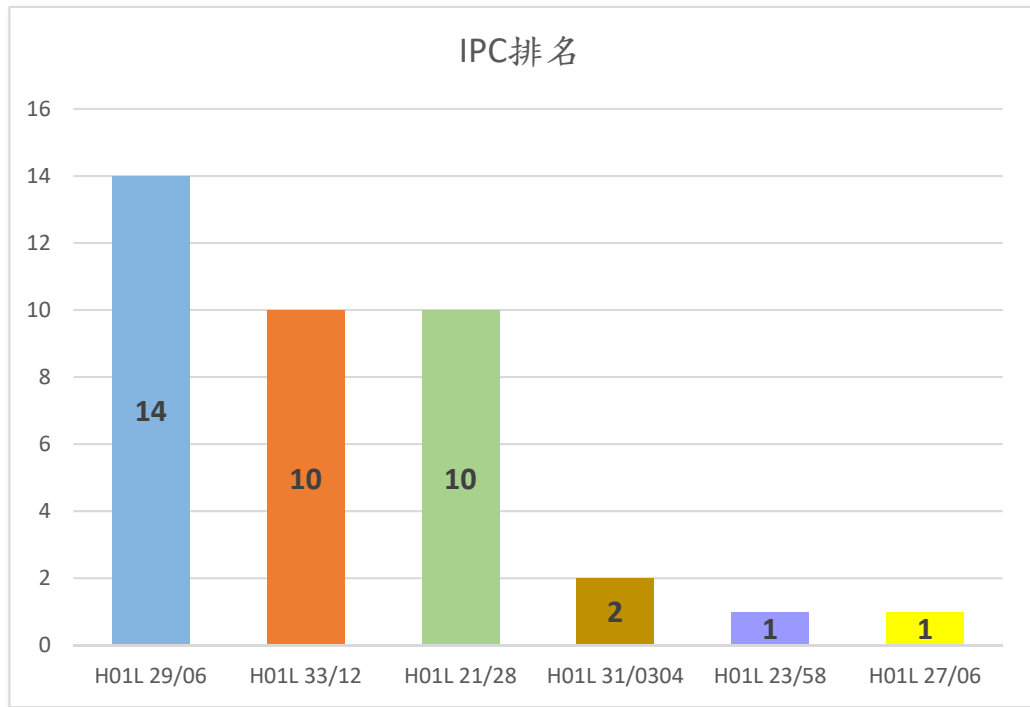


九、專利到期年份(漢磊和嘉晶總合):發明專利在審查核准後提供自專利申請日起算 20 年之專利權,主要專利申請年集中在 2014~2015,故可輕易推測專利到期年份集中在 2034~2035。



Patent Review

十、IPC 排名（漢磊和嘉晶總合）：依據檢索出的 IPC 分類號按圖索驥（參照 IPC 2016.01 版），可以得知主要專利分布在 H01L（半導體裝置）領域。



其主要 IPC 分類對應 IPC 2016.01 版整理如下，

H01L 21/00 適用於製造或處理半導體或固體裝置或部件之方法或設備

H01L 21/28 用 21/20 至 21/268 各目不包括的方法或設備於半導體材料上製造電極者

H01L 23/00 半導體或其他固體裝置之零部件

H01L 23/58 其他目不包括者，用於半導體裝置之電結構裝置

H01L 27/00 自於一共用基片內或其上形成的多個半導體或其他固體元件組成之裝置

H01L 27/06 於非重複結構內包括有多個單個元件者

Patent Review

H01L 29/00 適用於整流、放大、振盪、或切換，或電容器，或電阻器的半導體裝置，其至少有一個電位能障或表面能障，例如 PN 接合空乏層或載子集聚層

H01L 29/06 按其形狀而區分者；按各半導體區域之形狀，相對尺寸，或配置區分者

H01L 31/00 對紅外輻射，光，較短波長之電磁輻射，或微粒輻射敏感者，且適用於將此種輻射能轉換為電能者，或適用於通過此種輻射進行電能控制之半導體裝置；製造或處理此等半導體裝置或其部件所特有的方法或裝置；此等半導體裝置之零部件

H01L 31/0304 除摻雜或其他雜質外，僅包含 III-V 化合物者

H01L 33/00 至少有一個電位能障或表面能障之適用於光發射，如紅外線發射之半導體裝置；製造或處理此等半導體裝置或其部件所特有之方法或設備

H01L 33/12 其有應力鬆弛結構，如緩衝層

伍、結論

本文針對漢磊、嘉晶在碳化矽、氮化鎵相關領域之專利布局做初步探討，瞭解到其研發和專利布局甚早，主要專利申請年集中在 2014~2015，專利到期年份集中在 2034~2035，市場和客戶主要布局在台灣、美國和中國大陸，另其生產製造所在地位於台灣亦反映其專利數量最高之國家/地區在台灣，技術以 IPC 分類主要在 H01L (半導體裝置) 領域。惟本文僅依專利權人瞭解其所有之相關專利和布局，並未探討相關競爭者之專利布局和技術功效領域。有興趣的讀者可進一步檢索和探討相關競爭者之專利布局和技術功效等議題。

Patent Review

陸、附錄

一、 核心專利摘要表(7 個 INPADOC 同族)

專利號碼	US20160329462A1	申請日	2016/5/6
專利名稱	NITRIDE SEMICONDUCTOR STRUCTURE	優先權日	2015/5/6
		公開日	2016/11/10
IPC	H01L 33/12, H01L 33/32		
發明人	Hu Chih-Wei, Hsinchu, TW Dai Jin-Ji, Hsinchu, TW Hsuan Jung, Hsinchu, TW		
申請人	Episil Precision Inc.		
專利家族	CN106206891A 、 TW201640699A 、 TW201640699A 、 TWI566430B 、 US9691940B2 、 CN106206891B		
技術	nitride semiconductor structure	功效	
摘要		代表圖	
<p>A nitride semiconductor structure including a substrate, a cap layer, a nucleation layer, a transition layer and a composite buffer structure is provided. The cap layer is located on the substrate. The nucleation layer is located between the substrate and the cap layer. The transition layer is located between the nucleation layer and the cap layer, wherein the transition layer is an Al_xGaN layer. The composite buffer structure is located between the transition layer and the cap layer. The composite buffer structure includes a first composite buffer layer, wherein the first composite buffer layer includes a plurality of first AlyGaN layers and a plurality of first GaN layers alternately stacking with each other, and the x is equal to the y.</p>			

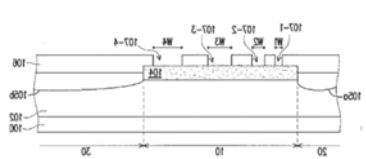
Patent Review

專利號碼	US20160118378A1		申請日	2014/12/26
專利名稱	SEMICONDUCTOR DEVICE AND METHOD OF OPERATING THE SAME AND STRUCTURE FOR SUPPRESSING CURRENT LEAKAGE	優先權日	2014/10/27	
		公開日	2016/4/28	
IPC	H01L 27/06, H01L 29/06			
發明人	Wu Hsiao-Chia, Hsinchu City, TW Teng Dun-Jen, Hsinchu City, TW Dai Chi-Jei, Hsinchu City, TW			
申請人	Episil Technologies Inc.			
專利家族	TW201616602A、US9508793B2、TWI548029B			
技術	structure for suppressing current leakage	功效	suppressing current leakage	
摘要		代表圖		
<p>A structure for suppressing current leakage and a semiconductor device including the same are provided. The structure for suppressing current leakage includes a substrate of a first conductivity type, a well region of the first conductivity type, an isolation structure and a PN junction diode. The well region is disposed in the substrate. The isolation structure is disposed on the well region. The PN junction diode is disposed on the isolation structure and configured to suppress current leakage of the semiconductor device.</p>				

Patent Review

專利號碼	US20160020346A1	申請日	2015/2/17
專利名稱	NITRIDE SEMICONDUCTOR STRUCTURE	優先權日	2014/7/17
		公開日	2016/1/21
IPC	H01L 31/0304, H01L 31/0312, H01L 31/0352		
發明人	Hsuan Jung, Hsinchu, TW Hu Chih-Wei, Hsinchu, TW Chan Yi-Jen, Hsinchu, TW		
申請人	Episil Precision Inc.		
專利家族	CN105280770A、TW201605077A、US9419160B2、TWI550921B、CN105280770B		
技術	nitride semiconductor structure	功效	
摘要		代表圖	
<p>A nitride semiconductor structure is provided. The nitride semiconductor structure includes a substrate, a SiC nucleation layer, a composite buffer layer and a nitride semiconductor layer. The SiC nucleation layer is located on the substrate. The composite buffer layer is located on the SiC nucleation layer. The nitride semiconductor layer is located on the composite buffer layer. Besides, the nitride semiconductor structure is an AlN free semiconductor structure.</p>			

Patent Review

專利號碼	US20160172436A1		申請日	2015/6/25
專利名稱	SEMICONDUCTOR DEVICE, TERMINATION STRUCTURE AND METHOD OF FORMING THE SAME	優先權日	2014/12/12	
		公開日	2016/6/16	
IPC	H01L 29/06, H01L 21/266, H01L 21/324, H01L 21/762, H01L 23/58, H01L 29/16, H01L 29/20			
發明人	Ho Geng-Tai, Hsinchu City, TW Ma Shih-Kuei, Hsinchu City, TW Lee Tien-Chun, Hsinchu City, TW Chen Meng-Hung, Hsinchu City, TW Wu Hsiao-Chia, Hsinchu City, TW			
申請人	Episil Technologies Inc.			
專利家族	TW201622150A、CN105990400A、TWI566410B			
技術	termination structure	功效		
摘要		代表圖		
<p>Provided is a termination structure including a substrate of a first conductivity type, an epitaxial layer of the first conductivity type, a single bulk isolation structure and a bulk doped region of a second conductivity type. The epitaxial layer is disposed on the substrate. The single bulk isolation structure is disposed on the epitaxial layer. The bulk doped region is disposed in the epitaxial layer below the single bulk isolation structure, wherein the doping depth of the bulk doped region has a gradient distribution. A method of forming a termination structure and a semiconductor device having the termination structure are also provided.</p>				

Patent Review

專利號碼	US20160005858A1	申請日	2014/10/29
專利名稱	LDMOS DEVICE AND RESURF STRUCTURE	優先權日	2014/7/7
		公開日	2016/1/7
IPC	H01L 29/78, H01L 29/06		
發明人	Ma Shih-Kuei, Hsinchu City, TW Ho Geng-Tai, Hsinchu City, TW		
申請人	Episil Technologies Inc.		
專利家族	TW201603288A、TWI550883B		
技術	LDMOS DEVICE AND RESURF STRUCTURE	功效	reduced surface field
摘要		代表圖	
<p>A reduced surface field (RESURF) structure and a lateral diffused metal oxide semiconductor (LDMOS) device including the same are provided. The RESURF structure includes a substrate of a first conductivity type, a well region of a second conductivity type, an isolation structure and a PN junction diode. The well region is disposed in the substrate. The isolation structure is disposed on the well region. The PN junction diode is disposed on the isolation structure and configured to reduce the surface field.</p>			

Patent Review

專利號碼	TWI562378B		申請日	2015/6/24
專利名稱	半導體元件		優先權日	2015/6/24
			公開日	2016/12/11
IPC	H01L 29/78(2006.01), H01L 29/06(2006.01)			
發明人	李天鈞			
申請人	漢磊科技股份有限公司			
專利家族	CN106298873A、TW201701476A			
技術	具有彎角佈局的半導體元件	功效	提升崩潰電壓	
摘要		代表圖		
<p>一種具有彎角佈局的半導體元件，包括基底、具有第一導電型的摻雜區以及具有第二導電型的多個條狀摻雜區。摻雜區位於基底中。條狀摻雜區位於摻雜區中。具有扇形或三角形形狀的條狀摻雜區位於在彎角區中，以提升半導體元件的崩潰電壓。</p>				

Patent Review

專利號碼	TWI237331B		申請日	2004/8/11
專利名稱	垂直式功率金氧半電晶體的製造方法	優先權日	2004/8/11	
		公開日	2005/8/1	
IPC	H01L 21/336(2006.01)			
發明人	崔秉鉞			
申請人	漢磊科技股份有限公司			
專利家族	TW200607022A			
技術	垂直式功率金氧半電晶體的製造方法	功效	降低源極寬度，佈局面積	
摘要		代表圖		
<p>在使用現行技術之情形下，僅有藉由降低裝置佈局面積以更進一步地增加裝置密度的唯一方法。本發明之垂直式功率金氧半電晶體的製造方法，藉由導入側壁摻雜製程，即可有效率地降低源極寬度，並因而可更進一步地降低佈局面積。此側壁摻雜製程可以省略源極植入所需之光罩，且搭配側壁間隙壁，可輕易地於源極、P型主體接觸窗及多晶矽閘極上形成金屬矽化物。由於源極與P型主體係完全覆蓋於金屬矽化物之下，因此可以使接觸窗數量及接觸電阻最小化。金屬矽化多晶矽閘極所具有之片電阻約為4-6歐姆/平方單位，進而具有較高之操作頻率。</p>				

Patent Review

二、 引用分析專利列表

項次	專利號	項次	專利號	項次	專利號
1	CN105280770A	10	TW201622150A	19	US20160005858A1
2	CN105280770B	11	TW201640699A	20	US20160020346A1
3	CN105990400A	12	TW201701476A	21	US20160118378A1
4	CN106206891A	13	TWI237331B	22	US20160172436A1
5	CN106206891B	14	TWI548029B	23	US20160329462A1
6	CN106298873A	15	TWI550883B	24	US9419160B2
7	TW201603288A	16	TWI550921B	25	US9508793B2
8	TW201605077A	17	TWI562378B	26	US9691940B2
9	TW201616602A	18	TWI566410B	27	US20160005858A1