

第二代宜普無鉛eGaN[®]FET 提供更優異性能



從2011年3月開始，宜普電源轉換公司推出一系列第二代增強型氮化鎵場效應電晶體 (eGaN FET)，所有產品均是無鉛及無鹵化物的元件，並符合RoHS (有害物質限制) 條例的要求，其整體性能得到極大提升。這些無鉛產品加入在2010年3月推出的產品系列中。

表一比較第一代與第二代40V、100V及200V eGaN FET元件的主要特性 [1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11及12]。

新一代元件的性能除了表一所顯示的改進外，還在多方面得到提升。

表一

Part Number	Package (mm)	RoHS & Halogen Free	T _{J(MAX)} (°C)	V _{DS}	V _{GS} (max)	Max R _{DS(ON)} @5V _{GS}	Q _G typ (nC)	Q _G max (nC)	Q _{GS} typ (nC)	Q _{GS} max (nC)	Q _{GD} typ (nC)	Q _{GD} max (nC)	Q _{OSS} typ (nC)	Q _{OSS} max (nC)	V _{TH} typ	Q _{RR} (nC)	I _D (A) Pulsed	I _D (A)
EPC1015	LGA 4.1x1.6	No	125	40	6	4	11.6	N/A	3.8	N/A	2.2	N/A	18.5	N/A	1.4	0	100	33
New! EPC2015	LGA 4.1x1.6	Yes	150	40	6	4	10.5	11.6	3	3.5	2.2	2.7	18.5	22	1.4	0	100	33
EPC1014	LGA 1.7x1.1	No	125	40	6	16	3	N/A	1	N/A	0.55	N/A	4.6	N/A	1.4	0	40	10
New! EPC2014	LGA 1.7x1.1	Yes	150	40	6	16	2.5	2.8	0.57	0.7	0.48	0.6	4.8	6.0	1.4	0	40	10
EPC1001	LGA 4.1x1.6	No	125	100	6	7	10.5	N/A	3	N/A	3.3	N/A	32	N/A	1.4	0	150	25
New! EPC2001	LGA 4.1x1.6	Yes	125	100	6	7	8	10	2.3	2.8	2.2	2.7	35	40	1.4	0	150	25
EPC1007	LGA 1.7x1.1	No	125	100	6	30	2.7	N/A	0.75	N/A	1	N/A	8	N/A	1.4	0	25	6
New! EPC2007	LGA 1.7x1.1	Yes	125	100	6	30	2.1	2.7	0.5	0.7	0.6	1.2	10	15	1.4	0	25	6
EPC1010	LGA 3.6x1.6	No	125	200	6	25	7.5	N/A	1.5	N/A	3.5	N/A	40	N/A	1.4	0	40	12
New! EPC2010	LGA 3.6x1.6	Yes	125	200	6	25	5	7.5	1.3	2	1.7	2.2	41	48	1.4	0	60	12
EPC1012	LGA 1.7x0.9	No	125	200	6	100	1.9	N/A	0.37	N/A	0.9	N/A	10	N/A	1.4	0	12	3
New! EPC2012	LGA 1.7x0.9	Yes	125	200	6	100	1.5	1.8	0.33	0.41	0.57	0.75	11	14	1.4	0	15	3

EPC2001與EPC1001的比較

以下的4張圖比較了100V、25A EPC2001 (圖1) 和前代產品EPC1001 (圖2) 的典型輸出和傳輸特性。新一代產品在較大電流條件下具有明顯更高的性能。除了在較大電流時的傳導損耗較小外，新一代EPC2001進一步改進了在較低閘極至源極電壓時的 $R_{DS(ON)}$ (見圖3和圖4的比較)，因此，客戶能使用EPC2001實現FET的低 $R_{DS(ON)}$ 性能，並且在施加的閘極電壓和6V $V_{GS(MAX)}$ 之間差距更大。在極大的傳導電流下所需的 V_{GS} 也增加了，以減少FET的關閉時間及提高免dv/dt變化的能力。

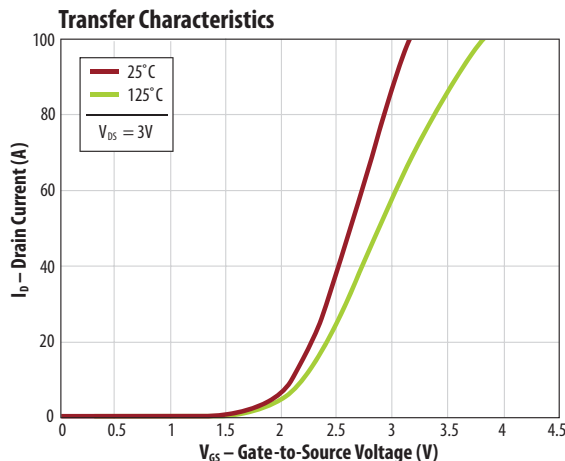
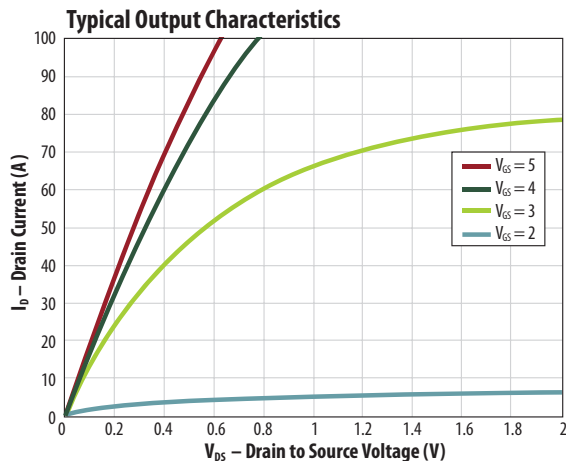


圖1: EPC2001 (符合有害物質限制條例) 典型輸出和傳輸特性

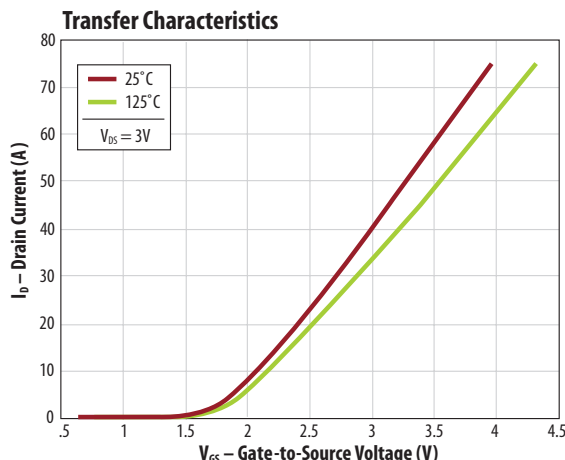
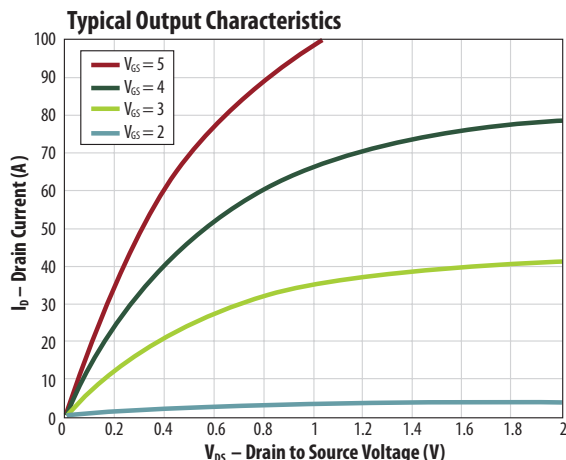


圖2: EPC1001 典型輸出和傳輸特性

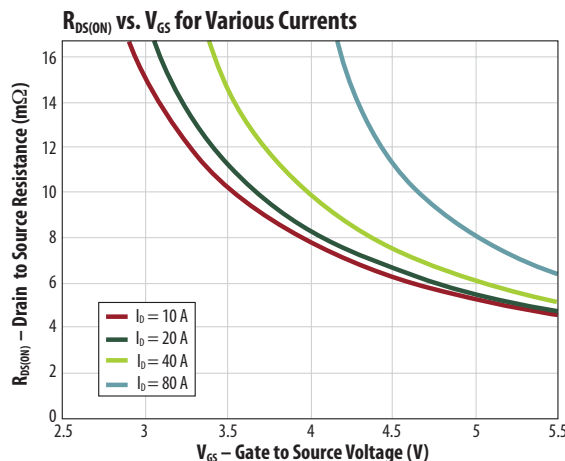
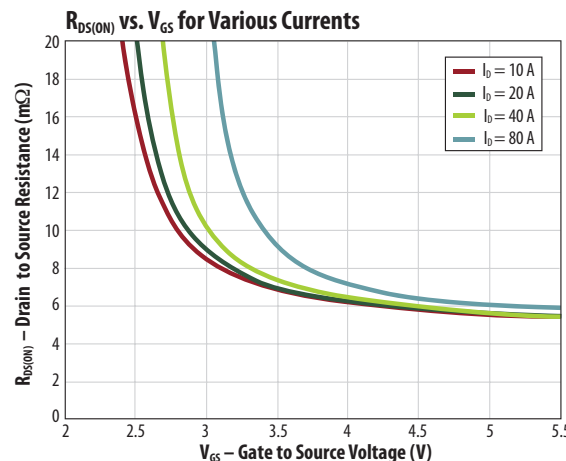


圖3: 各種電流值下的EPC2001 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些符合RoHS的元件在40A、閘極電壓4V時的性能得到全面增強

圖4: 各種電流值下的EPC1001 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些前代元件要求在閘極施加5V電壓，以便全面增強40A時的性能

EPC2007與EPC1007的比較

以下的4張圖表比較了100V、6A EPC2007 (圖5) 和前代產品EPC1007 (圖6) 的典型輸出和傳輸特性。新一代產品在較大電流下具有明顯更高的性能。除了在較大電流時的傳導損耗較小外，新一代EPC2007進一步改進了在較低閘極至源極電壓時的 $R_{DS(ON)}$ (見圖7和圖8的比較)，因此客戶能使用EPC2007實現FET的低 $R_{DS(ON)}$ 性能，並且在施加的閘極電壓和6V $V_{GS(MAX)}$ 之間之間差距更大。在極大的傳導電流下所需的 V_{GS} 也增加了，以減少FET的關閉時間及提高免dv/dt變化的能力。

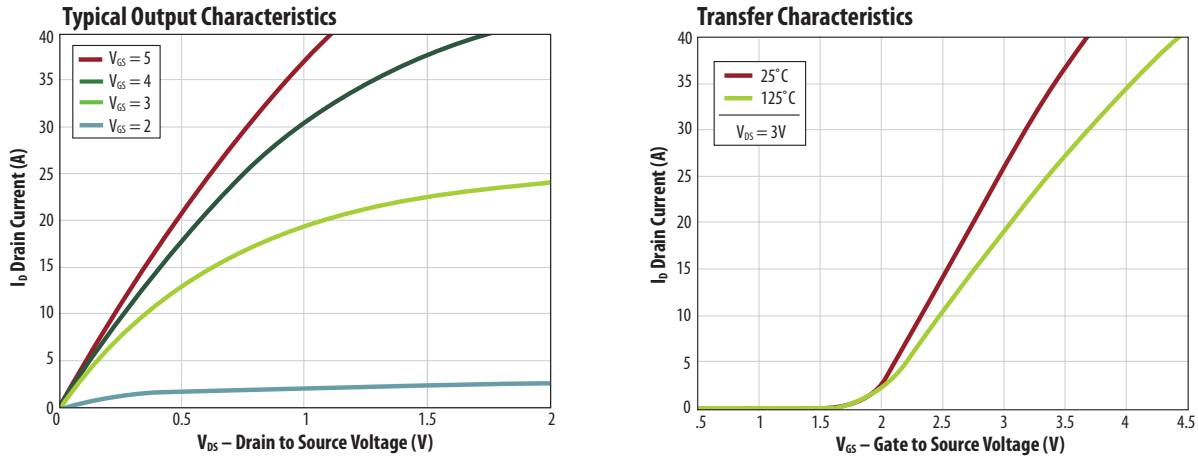


圖5: EPC2007 (符合有害物質限制條例) 典型輸出和傳輸特性

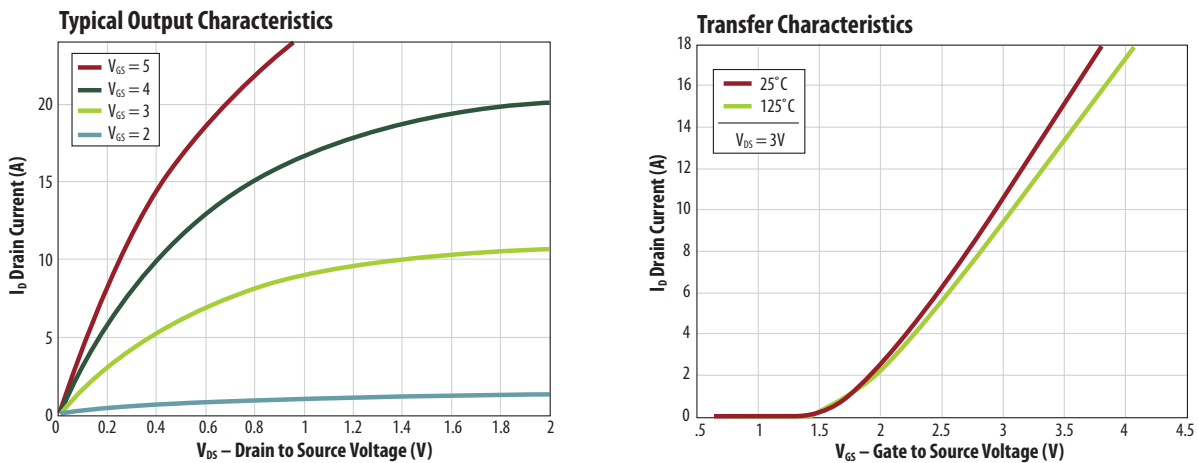


圖6: EPC1007 典型輸出和傳輸特性

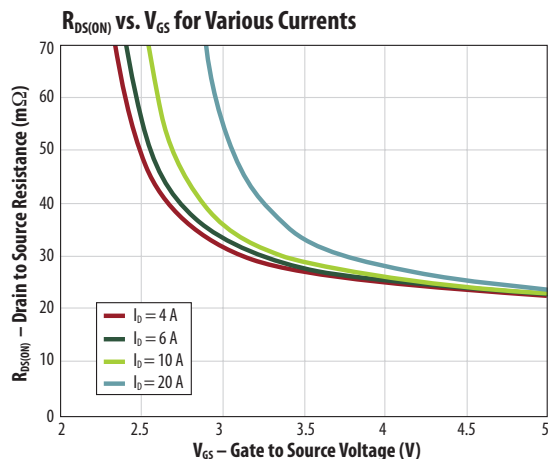


圖7: 各種電流值下的EPC2007 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些符合RoHS的元件在10A、閘極電壓4V時的性能得到全面增強

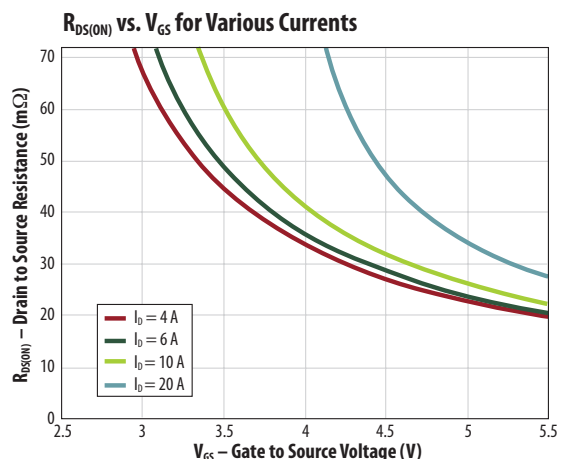


圖8: 各種電流值下的EPC1007 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些前代元件要求在閘極施加5V電壓，以便全面增強10A時的性能

EPC2015與EPC1015的比較

EPC2015是一種40V、33A FET，為客戶提供更高工作溫度 - 新一代產品的工作溫度已從前代產品的125°C提升到150°C。以下幾個圖表比較了EPC2015 (圖9) 和前代產品EPC1015 (圖10) 的典型輸出和傳輸特性。與上述100V FET一樣，新一代的40V產品在較大電流時具有明顯更高的性能，並且針對較大的電流傳導提高了 V_{GS} 。新一代EPC2015也改進其在較低閘極-源極電壓時的 $R_{DS(ON)}$ (參考圖11和圖12的比較)。

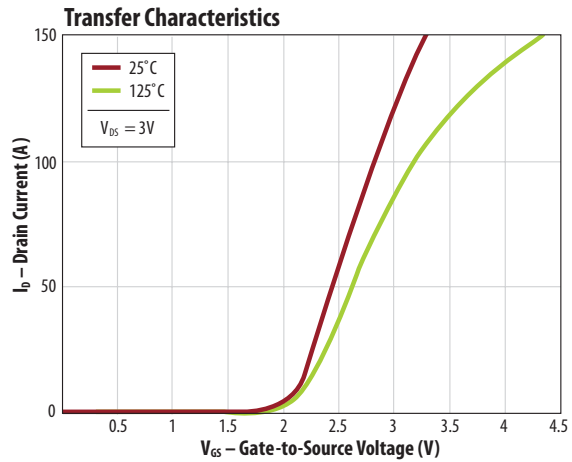
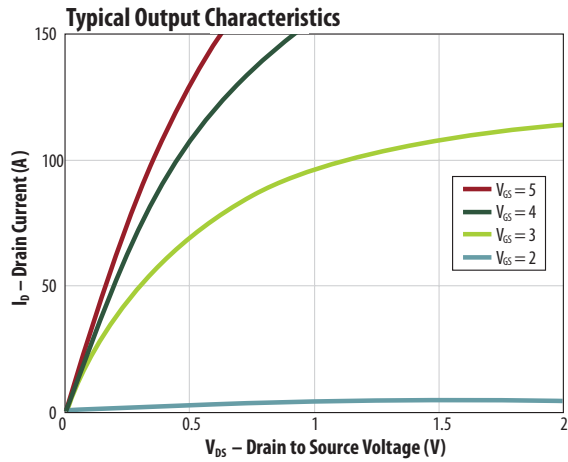


圖9: EPC2015 (符合有害物質限制條例) 典型輸出和傳輸特性

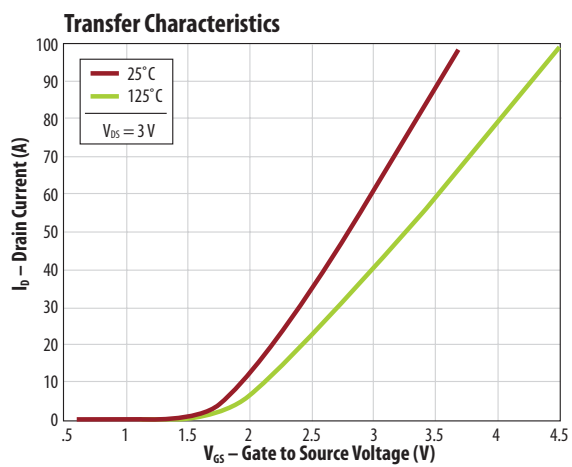
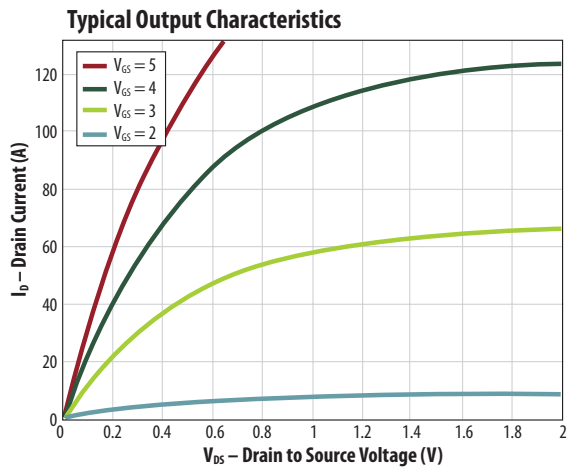


圖10: EPC1015 典型輸出和傳輸特性

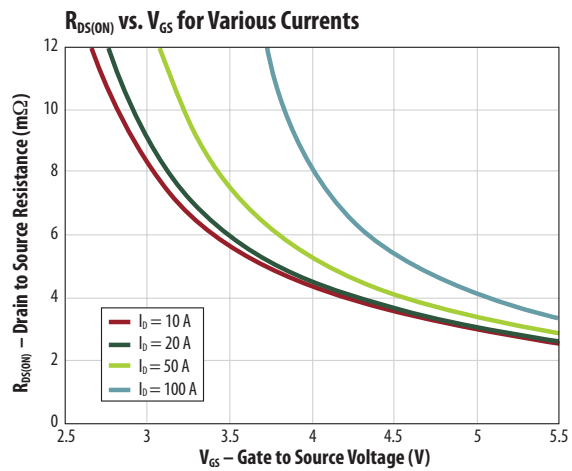
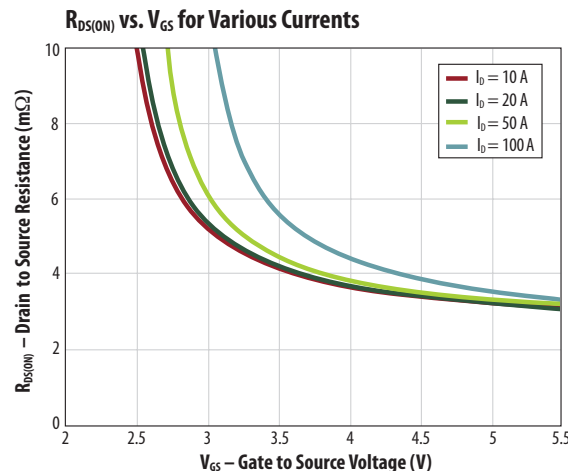


圖11: 各種電流值下的EPC2015 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些符合RoHS的元件在50A、閘極電壓4V時的性能得到全面增強

圖12: 各種電流值下的EPC1015 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些前代元件要求在閘極施加5V電壓，以便全面增強50A時的性能

EPC2014與EPC1014的比較

EPC2014是一種40V、10A FET，為客戶提供更高工作溫度 - 新一代產品的工作溫度已從前代產品的125°C提升到150°C。以下幾個圖表比較了EPC2014(圖13)和前代產品EPC1014(圖14)的典型輸出和傳輸特性。與上述FET一樣，新一代的40V產品在較大電流時具有明顯更高的性能，並且針對較大的電流傳導提高了 V_{GS} 。新一代EPC2014也改進了較低閘極-源極電壓時的 $R_{DS(ON)}$ (參考圖15和圖16中的比較)。

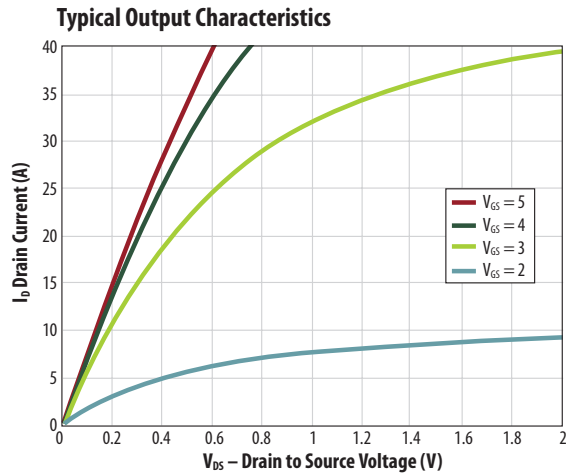


圖13: EPC2014 (符合有害物質限制條例) 典型輸出和傳輸特性

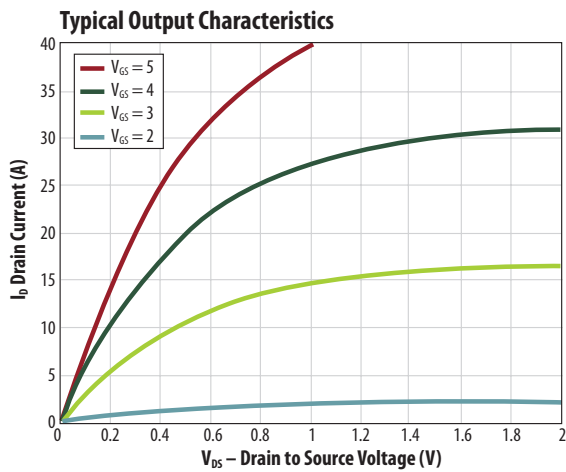
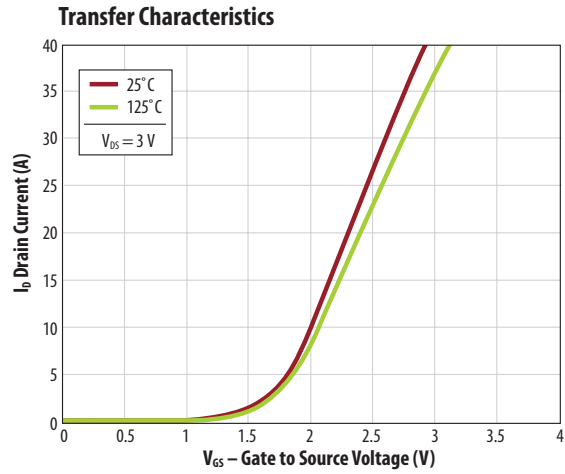


圖14: EPC1014典型輸出和傳輸特性

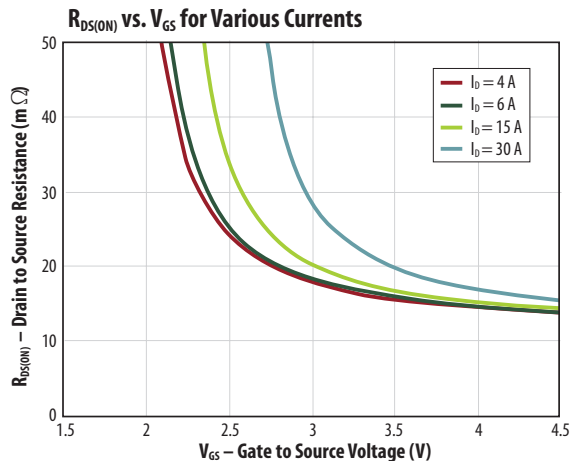
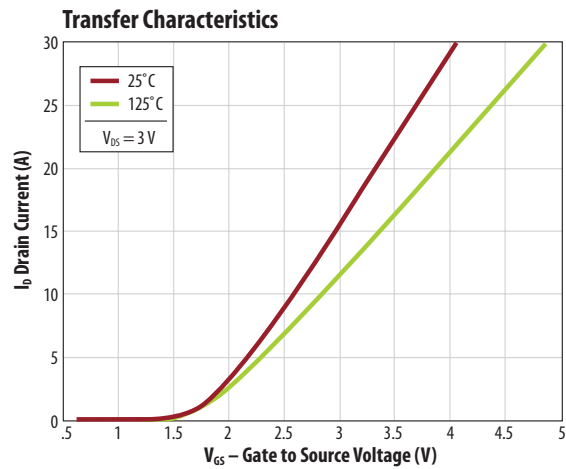


圖15: 各種電流值下的EPC2014 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些符合 RoHS的元件在15A、閘極電壓4V時的性能得到全面增強

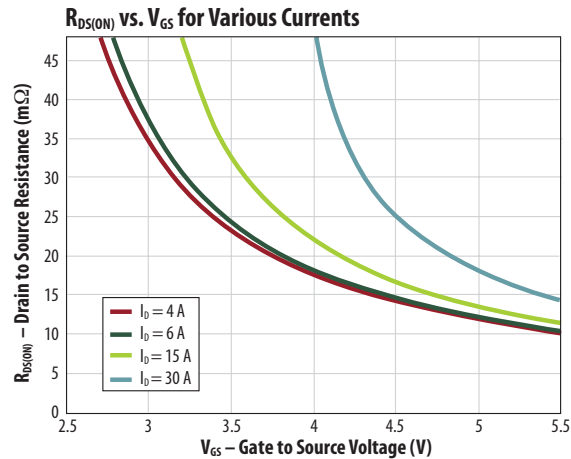


圖16: 各種電流值下的EPC1014 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些前代元件要求在閘極施加5V電壓，以便全面增強15A時的性能

EPC2010與EPC1010的比較

以下的4張圖表比較了200V、12A EPC2010 (圖17) 和前代產品EPC1010 (圖18) 的典型輸出和傳輸特性。與上述4種元件一樣，新一代的200V產品在較大電流時也具有顯著更高的性能。與前代產品最大只有40A的ID相比，EPC2010具有60A的ID (脈衝式) 電流。

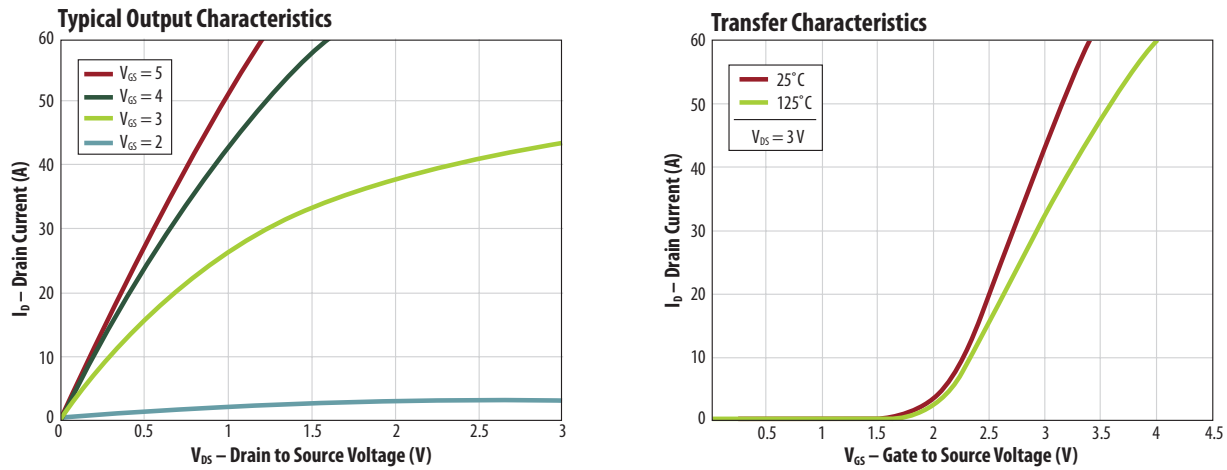


圖17: EPC2010 (符合有害物質限制條例) 典型輸出和傳輸特性。請注意，EPC2010的額定脈衝電流高達60A

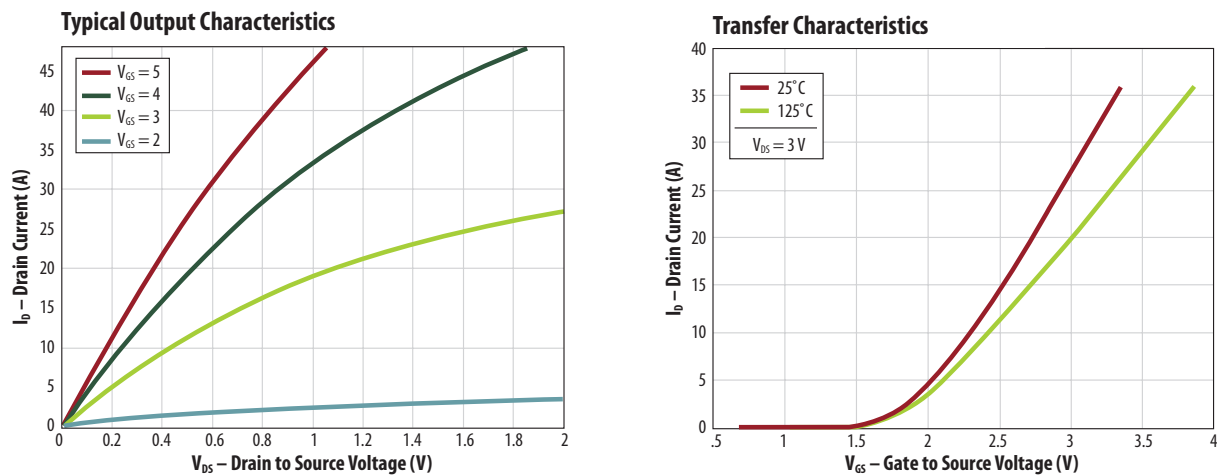


圖18: EPC1010 典型輸出和傳輸特性

除了更高的脈衝式額定電流值外，及在較大電流時的傳導損耗較小外，新一代產品EPC2010進一步改進了在較低閘極至源極電壓時的 $R_{DS(ON)}$ (見圖19和圖20的比較)，因此客戶能使用EPC2010實現FET的低 $R_{DS(ON)}$ 性能，並且在施加的閘極電壓和6V $V_{GS(MAX)}$ 之間之間差距更大。在極大的傳導電流下所需的 V_{GS} 也增加了，以減少FET的關閉時間及提高免dv/dt變化的能力。

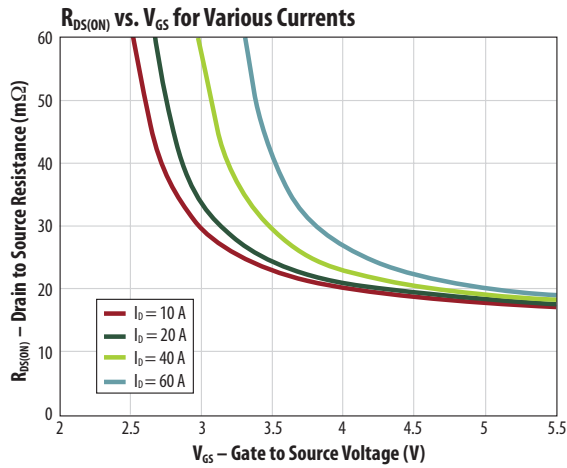


圖19: 各種電流值下的EPC2010 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些符合RoHS的元件在20A、開極電壓4V時的性能得到全面增強

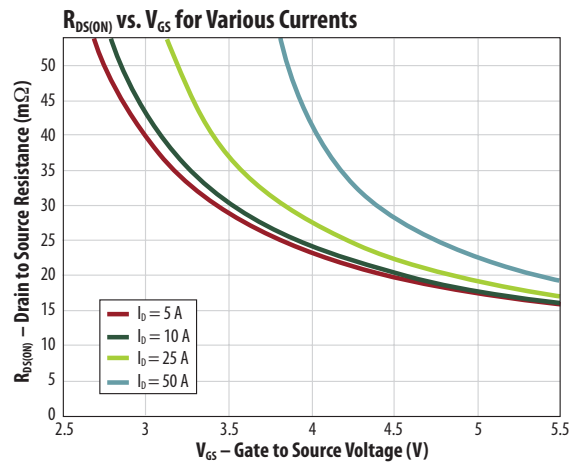


圖20: 各種電流值下的EPC1010 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些前代元件要求在開極施加5V電壓，以便全面增強20A時的性能

免dv/dt變化的能力在第二代EPC2010中也得到提升，因為米勒比有顯著的改進[13]。如表1所示，米勒比 ($Q_{GD}/Q_{GS}(V_{TH})$) 的典型值已經從2.3下降到EPC2010的1.3。

EPC2012與EPC1012的比較

以下的4張圖表比較了200V、3A EPC2012(圖21)和前代產品EPC1012(圖22)的典型輸出和傳輸特性。與上述5種元件一樣，新一代的200V產品在較大電流時也具有顯著更高的性能。與前代產品最大只有12A的ID相比，EPC2012具有15A的ID(脈衝式)電流。

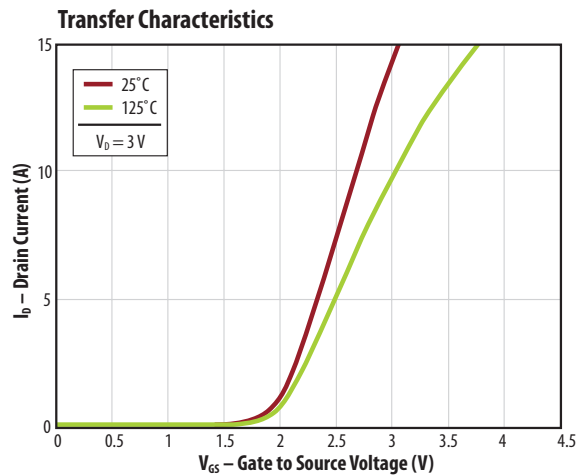
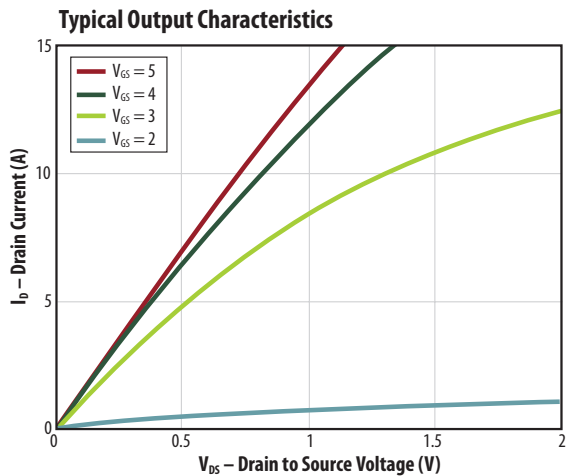


圖21: EPC2012 (符合有害物質限制條例) 典型輸出和傳輸特性。請注意，EPC2012的額定脈衝電流高達15A

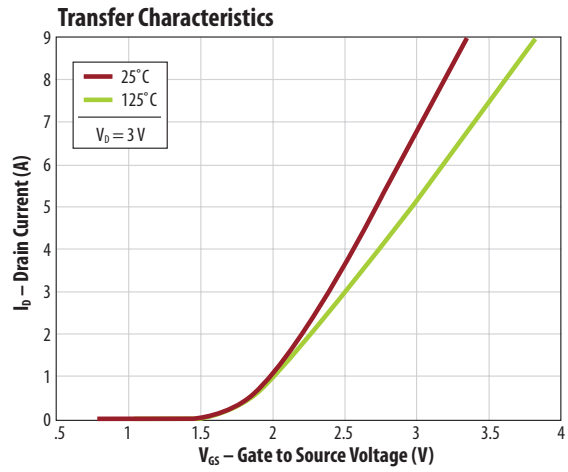
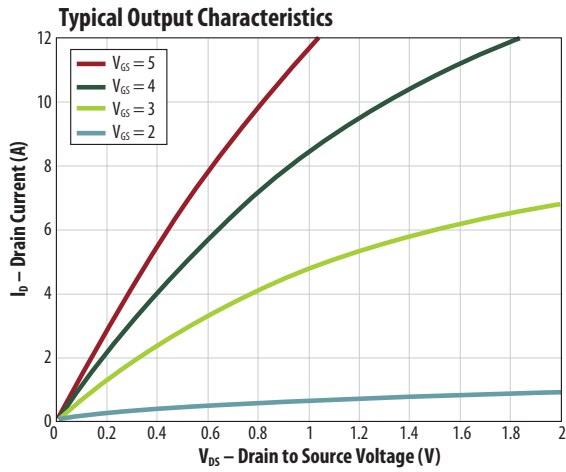


圖22: EPC1012 典型輸出和傳輸特性

除了更高的脈衝式額定電流值外，及在較大電流時的傳導損耗較小外，新一代產品EPC2012進一步改進在較低閘極至源極電壓時的 $R_{DS(ON)}$ （見圖23和圖24的比較），因此客戶能使用EPC2012實現FET的低 $R_{DS(ON)}$ 性能，並且在施加的閘極電壓和6V $V_{GS(MAX)}$ 之間差距更大。在極大的傳導電流下所需的 V_{GS} 也增加了，以減少FET的關閉時間及提高免dv/dt變化的能力。

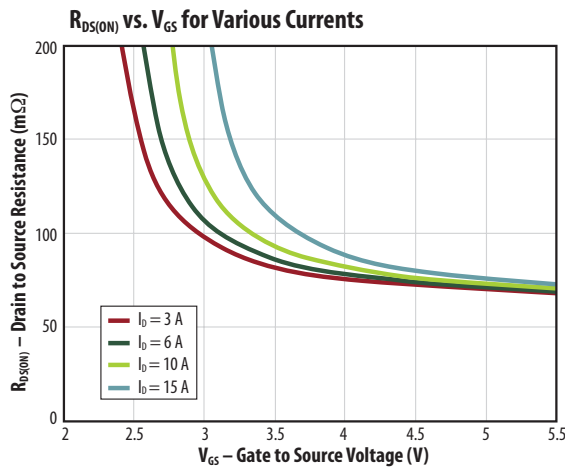


圖23: 各種電流值下的EPC2012 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些符合RoHS的元件在10A、閘極電壓4V時的性能得到全面增強

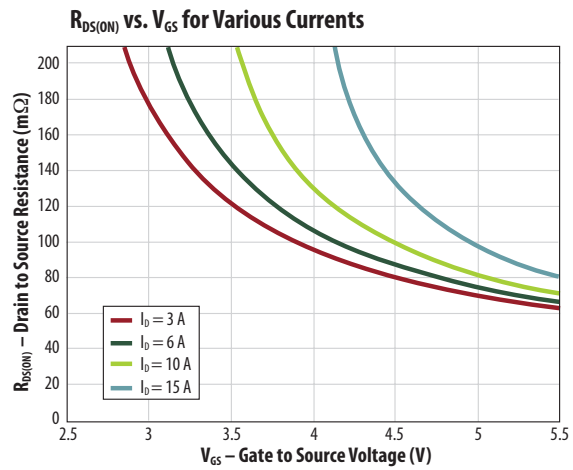


圖24: 各種電流值下的EPC1012 $R_{DS(ON)}$ 與 V_{GS} 關係。這些前代元件要求在閘極施加5V電壓，以便全面增強10A時的性能

免dv/dt變化的能力在第二代EPC2012中也得到提升，因為米勒比有顯著的改進 [13]。如表1所示，米勒比 ($Q_{GD}/Q_{GS}(V_{TH})$) 的典型值已經從2.4下降到了EPC2012的1.8。

全新技術資料

無鉛eGaN FET中EPC2XXX系列技術資料手冊提供了更多技術資料，幫助工程師利用宜普產品設計最優異性能產品或解決方案，產品系列包括EPC2001、EPC2007、EPC2015、EPC2014、EPC2010及EPC2012。以下提供了在直流和瞬態操作時的熱阻資料，見圖25及26[14]。

EPC2001 and EPC2015

熱特性			
		TYP	
$R_{\theta JC}$	熱阻，結點到外殼	1.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	熱阻，結點到電路板	15	°C/W
$R_{\theta JA}$	熱阻，結點到環境(註1)	54	°C/W

EPC2010

熱特性			
		TYP	
$R_{\theta JC}$	熱阻，結點到外殼	1.8	°C/W
$R_{\theta JB}$	熱阻，結點到電路板	16	°C/W
$R_{\theta JA}$	熱阻，結點到環境(註1)	56	°C/W

EPC2012, EPC2014 and EPC2007

熱特性			
		TYP	
$R_{\theta JC}$	熱阻，結點到外殼	8.2	°C/W
$R_{\theta JB}$	熱阻，結點到電路板	36	°C/W
$R_{\theta JA}$	熱阻，結點到環境(註1)	85	°C/W

註1: $R_{\theta JA}$ 由安裝在1平方英寸銅焊盤上的元件及FR4電路板上的單層2盎司銅所決定。
詳情請瀏覽http://epc-co.com/epc/documents/product-training/Appnote_Thermal_Performance_of_eGaN_FETs.pdf

圖25: EPC2001、EPC2007、EPC2015、EPC2014、EPC2010及EPC2012的典型熱阻

歸一化的最大瞬態熱阻

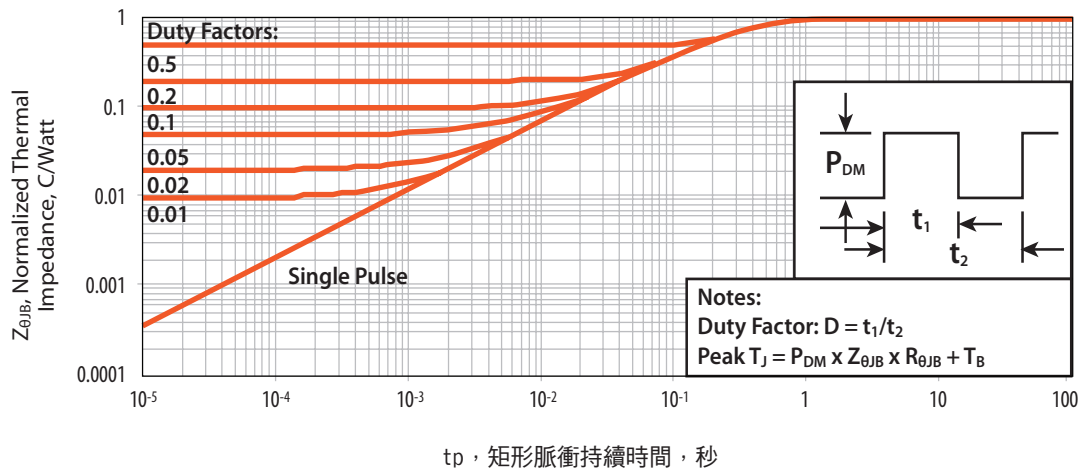


圖26: EPC2XXX產品的歸一化 $Z_{\theta JB}$ 曲線集

第二代eGaN FET的裝配考慮

新一代無鉛產品有三大物理變化。第一個變化是在元件表面的矽基板連接 (見圖 27、28、29和30)。我們建議將基板連接到源極電位，以發揮元件的最大性能表現。

第二個變化是錫條的寬度。與前代產品的 250 μm 寬度相比，EPC2001、EPC2007、EPC2014和EPC2015的錫條寬度是 200 μm 。與前代產品的 300 μm 相比，EPC2010和EPC2012的錫條寬度是 250 μm 。

第三個變化是所有新一代產品的錫條厚度都從 70 $\mu\text{m} \pm 20$ 增加到了 100 $\mu\text{m} \pm 20$ 。更厚的錫條增加裝配後FET和PCB之間間隙，方便清除異物及避免積聚有害微粒。

總結

新一代eGaN FET都是無鉛及無鹵化物的元件，不僅提高了電氣性能，並配合新增的支援文檔，有助系統工程師更快及更輕鬆地設計基於前沿eGaN FET的新產品。

宜普新一代產品與它的前代eGaN FET保持“相容” [15]。。

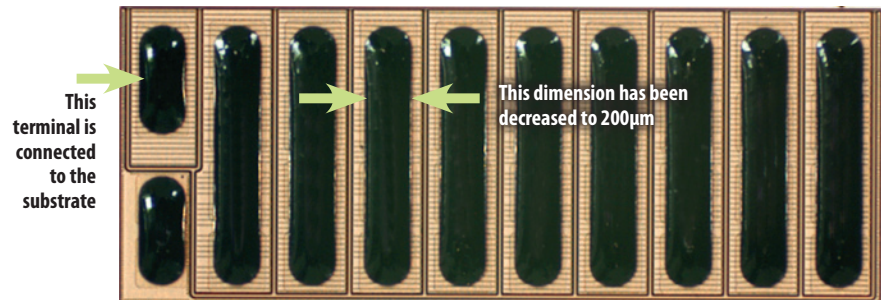


圖27: EPC2015或EPC2001的放大圖片顯示錫條連接矽基板和錫條的寬度收窄了

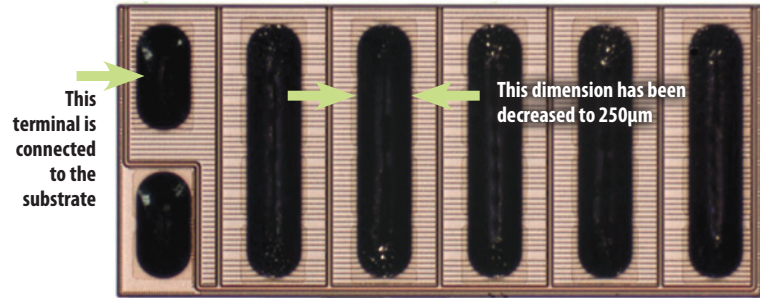


圖28: EPC2010的放大圖片顯示錫條連接矽基板和錫條的寬度收窄了

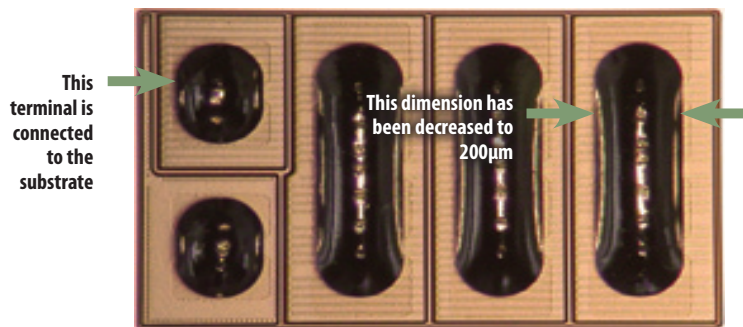


圖29: EPC2014及EPC2007的放大圖片顯示錫條連接矽基板和錫條的寬度收窄了

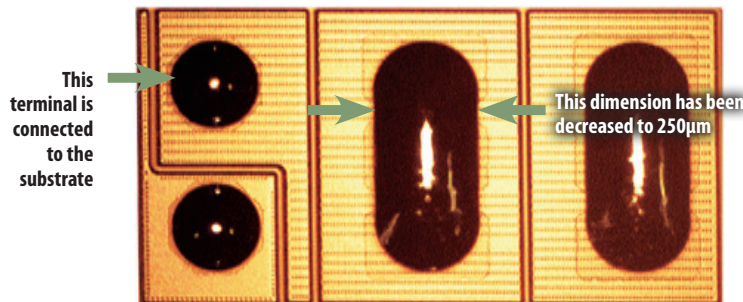


圖30: EPC2012的放大圖片顯示錫條連接矽基板和錫條的寬度收窄了

- [1] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC1001_datasheet_final.pdf
- [2] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC2001_datasheet_final.pdf
- [3] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC1015_datasheet_final.pdf
- [4] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC2015_datasheet_final.pdf
- [5] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC1010_datasheet_final.pdf
- [6] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC2010_datasheet_final.pdf
- [7] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC1012_datasheet_final.pdf
- [8] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC2012_datasheet_final.pdf
- [9] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC1014_datasheet_final.pdf
- [10] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC2014_datasheet_final.pdf
- [11] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC1007_datasheet_final.pdf
- [12] http://epc-co.com/epc/documents/datasheets/EPC2007_datasheet_final.pdf
- [13] Johan Strydom, "The eGaN FET-Silicon Power Shoot-Out: 2: Drivers, Layout", Power Electronics Technology, January 1, 2011, http://powerelectronics.com/power_semiconductors/first-article-series-gallium-nitride-201101/
- [14] John Worman and Yanping Ma, "Thermal Performance of EPC eGaN™ FETs", http://epc-co.com/epc/documents/product-training/Appnote_Thermal_Performance_of_eGaN_FETs.pdf
- [15] <http://epc-co.com/epc/Products/eGaNfets.aspx>