



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：其他)

赴德國德勒斯登參加 2015 EMC

Europe 國際研討會心得報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

出國人職稱姓名：技正 陳秋國

出國地點：德國德勒斯登

出國期間：中華民國 104 年 8 月 15 日至 8 月 24 日

報告日期：中華民國 104 年 11 月 24 日

行政院研考會/省(市)
研考會編號欄

目 錄

壹、	前言與目的.....	3
貳、	活動行程簡述.....	3
參、	參加專業論壇.....	5
肆、	心得與建議.....	29

赴德國德勒斯登參加 2015 EMC Europe 國際研討會心得 報告

壹、前言與目的

2015 年歐洲電磁相容國際研討會(EMC Europe 2015 International Symposium on Electromagnetic Compatibility) (以下簡稱 EMC Europe 2015)，是國際 EMC 三大研討會之一，今年在德國德勒斯登舉行，研討會重要議題包含：智慧電網電磁相容(Smart Grid EMC)、EMC 量測、信號完整性、電源完整性、低頻 EMC、汽車 EMC、EMC 管理、先進材料之 EMC 效應、電磁波理論與模擬等 13 項主題，全世界在智慧電網 EMC 領域的專家、學者及部分國際標準(IEC)委員都會參加此項會議，會議中除了發表最新的研究成果及技術趨勢，同時也討論有關 EMC 標準、檢測與驗證相關的主題。

本局執行 103 年「智慧電網用戶側標準及測試規範之制定與研究」科發基金計畫，於本次研討會期間，指派陳技正秋國出席蒐集國際智慧電網電磁相容(Smart Grid EMC)相關標準、最新檢測與驗證技術資料，與國際智慧電網電磁相容領域之專家與學者進行交流，建立連絡管道，以利後續科專及科發計畫之執行。

貳、活動行程簡述

參加研討會行程：

- 8 月 15~16 日(星期六、星期日)：桃園機場搭機赴德國德勒斯登。辦理報到手續及領取會議相關資料，準備研讀會議相關資

料與了解會場環境，瀏覽各 session 的論文題目，以安排準備聆聽的會議場次，EMC Europe 2015 國際研討會會場如圖 1。

- 8 月 17 日(星期一)：參加 EMC Europe 2015 國際研討會、壁報論文展出。
- 8 月 18 日(星期二)：參加 EMC Europe 2015 國際研討會、壁報論文展出。
- 8 月 19 日(星期三)：參加 EMC Europe 2015 國際研討會、壁報論文展出
- 8 月 20 日(星期四)：參加 EMC Europe 2015 國際研討會、壁報論文展出
- 8 月 21 日(星期五)：參加 EMC Europe 2015 國際研討會、壁報論文展出
- 8 月 22 日(星期六)：參加 EMC Europe 2015 國際研討會、大會參訪活動。
- 8 月 23~24 日(星期日、星期一)：從德國德勒斯登搭機回台北。

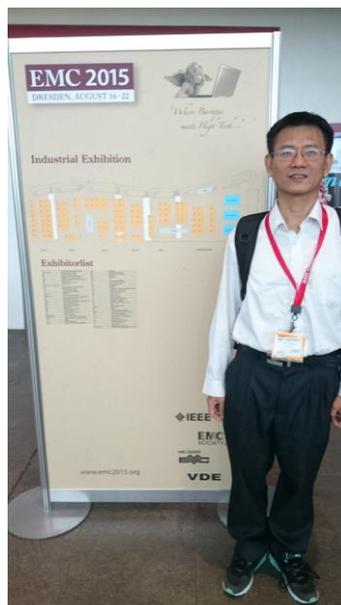


圖 1 EMC Europe 2015 國際研討會會場

參、參加專業論壇

本次研討會主要主題為：電磁相容(EMC)，投稿的論文主要分下列幾個領域，包含：

SC-1: Smart Grid EMC

- Renewables
- Smart Grid Applications
- Energy Efficient Technologies

TC-1 EMC Management

- EMC Personnel Accreditation
- Laboratory Accreditation
- EMC Education
- EMC Legal Issues

TC-2 EMC Measurements

- Test Instrumentation
- Measurement Techniques
- Emissions and Immunity
- Standards and Regulations
- Test Facilities

TC-3 EM Environment

- EM Signal Environment
- Atmospheric Noise
- Man-Made Noise

TC-4 EM Interference

- Shielding, Gaskets & Filtering
- Cables and Connectors
- Coupling
- System EMC Analysis
- Grounding

- PCB Issues

TC-5 High Power Electromagnetics

- ESD & Transients
- EMP, IEMI & Lightning
- Information Leakage
- Electric Power EMC

TC-6 Spectrum Engineering

- Spectrum Management
- Spectrum Monitoring

TC-7: Low Frequency EMC

- Conducted EMC
- EMC in Power Systems
- Power Quality

TC-9 Computational Electromagnetics

- Computer Modeling
- Model Validation
- Statistical Analysis

TC-10 Signal and Power Integrity

- Packaging
- Model Parameter Determination
- Device Modeling
- Crosstalk

TC-11 Nanotechnology & Advanced Materials

- Nanomaterials
- Nanostructures
- Carbon Nanotubes
- Nanofibers
- Smart Materials

SC-4: EMC for Emerging Wireless Technologies

- EMC Planning/Testing/Specification

- Wireless Coexistence

- Intra-System Interference

Special Track: Automotive EMC

- Electromobility

- Wireless Technologies in Vehicles

- Standardization

- BUS-Systems

一、大會專題演講(Keynote speech)

題目: 汽車 EMC 未來發展

演講者: 福斯汽車(Volkswagen)執行長 Dr. Siegfried Fiebig

福斯汽車是全球第三大汽車製造商，總部位於德國狼堡(Wolfsburg)，主要介紹福斯汽車的背景介紹、發展歷程，以及對汽車 EMC 未來發展方向，針對目前汽車電子、電動車的各種 EMC 問題與測試，提出觀點與預測，如圖 2 所示。



圖 2. Keynote speech

二、專題演講(Workshop)

智慧電網目前於世界各地均快速發展中，本次研討會於智慧電網之電磁相容最新發展有舉辦 Workshop，說明目前此領域的最新發展。智慧電網 Workshop 相關講題，說明如下：

題目：Low Frequency EMC Challenges in the Frequency Range 2-150 kHz

主講者: Jan Meyer (Technische Universitaet Dresden, Dresden, Germany)

電網失真的頻率分成低頻失真(2KHz 以下)及較高頻失真(2KHz~150KHz)，一般而言，設備有非線性之電壓、電流特性會產生低頻失真，如下面圖 3(a)所示，而使用自我整流(self-commutating)、能源效率及實施通訊技術之設備會產生較高頻失真，如下面圖 3(b)所示。

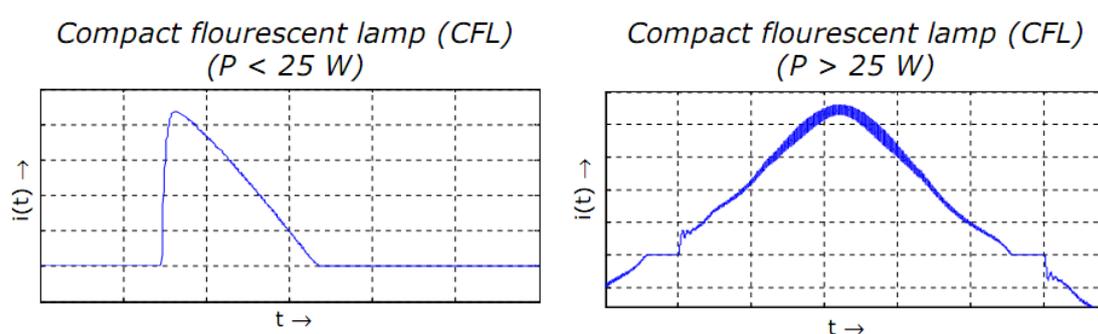


圖 3(a) 低頻失真(2KHz 以下) 圖 3(b) 較高頻失真(2KHz~150KHz)

由於目前再生能源設備(例如太陽能板、電動車充電設備)逐漸增加，如圖 4 所示，電力系統中逐漸增加具有高頻切換的電子設備，雖然這些設備有通過認證，但是設備的干擾還是逐漸在增加(例如聲音的雜音、額外產生的熱能損耗、造成系統不穩定而誤動作等問題)，因此在電磁干擾與耐受性標準化是一項相當急迫性的需求問題，但這部分國際標準才剛開始起步，正在進行相關標準草案的訂定(例如 SC77A、SC 205A...等)。



圖 4 再生能源設備(例如太陽能板、電動車充電設備)

在 IEC SC77A 有分成幾個工作群組(Working Group, WG)在進行，

- (1) 相容性層(Compatibility level)(WG8):針對利害關係者(雜訊干擾源或受害者)加強討論；訂定設備合理的限制要求。
- (2) 電磁干擾限制(Emission limits)(WG1):工作強化在 2~150kHz 範圍的雜訊失真；燈具及電感性炊具的電磁干擾限制。
- (3) 電磁耐受性限制(Immunity limits)(WG6):IEC 61000-4-19 版本釋出；對連接到公共網路的設備具有非常高的電磁耐受性要求。
- (4) 量測議題(WG1)：IEC 61000-4-30 第 3 版的附錄；正在討論不同的量測方法，目前還沒有完整的工作框架。

針對目前國際標準不同的量測方法作比較：(1) IEC 61000-4-7 第 2 版(附錄)：頻率範圍為 2~9kHz，取 200ms 視窗，無頻帶縫隙的量測方法，頻帶為 200Hz；(2)IEC 61000-4-30 第 3 版(附錄)：提案頻率範圍為 9kHz~150kHz，10 個周期的視窗，8%的訊號含蓋率，2kHz 的頻帶；(3)CISPR 16-2-1：頻率範圍為 9kHz~30MHz，200Hz 非矩形的視窗，有 14.1 秒及 47 分鐘的頻帶間隙。針對上述不同標準的量測方法的結果作比較，如圖 5 所示，可以發現在 IEC 61000-4-30，在對太陽能面板(PV)及電力線通信 (Power Line Communication, PLC)，與其他量測方法(包括 CISPR 16-2-1 PK、CISPR 16-2-1 QPK、IEC 16-4-7)的量測結果差異相當大，而在量測 PLC 信號情況下，其他量測方法(包括 CISPR 16-2-1 PK、CISPR 16-2-1 QPK、IEC 16-4-7 之量測結果相當接近，詳如圖 5 所示。

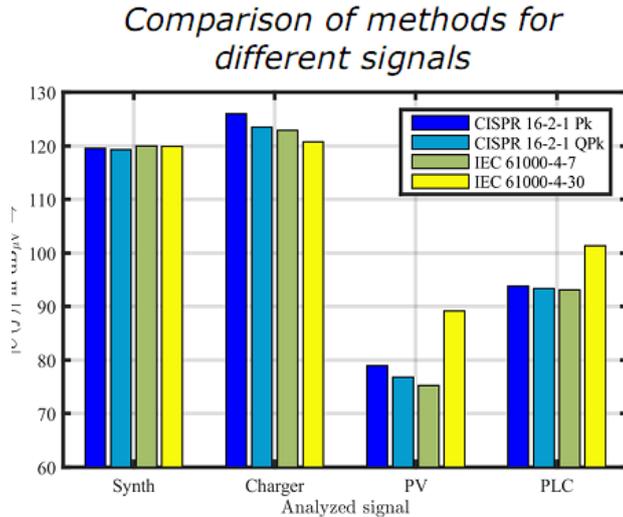


圖 5 不同信號量測方法比較

題目: Immunity for Power Station and Substation Environment

作者: William Radasky (Metatech Corporation, Goleta, CA, USA)

智慧電網涵蓋介於不同發電系統與使用者間之高速通信，因此當有新的設備被加入到電網，有考慮到電磁環境是相當重要的一件事。IEC 61000-6-5 適用範圍包含設備使用在發電廠及中、高壓的變電站。IEC 國際標準在電力系統之發、輸、配電及相關通信系統等不同的應用領域，包含(1) 開關齒輪及控制齒輪(技術委員會 TC 17); (2)儀器變壓器 (TC38);(3)核能儀器(TC45);(4)電力系統管理及相關資訊交換(TC 57);(5)工業過程量測及控制系統情境(SC 65A);(6)量測電驛及保護設備(TC95); 已經有許多的 EMC 產品標準出版。

發電設備之各部分測試系統，如圖 6 所示：

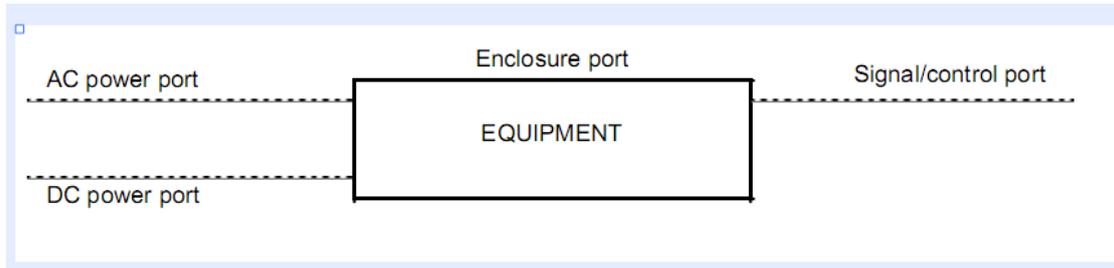


圖 6 發電設備之各部分測試系統

(1) 發電設備之外殼部分的電磁耐受性測試，如下表 1 所示：

表 1 發電設備之外殼部分的電磁耐受性測試

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications ^a Remarks
1.1	Power frequency magnetic field ^b	IEC 61000-4-8	100 A/m (continuous) ^c 1 kA/m for 1 s
1.2	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	80 MHz to 1,0 GHz 10 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.3	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	1 GHz to 2,7 GHz 3 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.4	Radiated, radio frequency electromagnetic field	IEC 61000-4-3	2,7 GHz to 6 GHz 1 V/m ^d 80 % AM (1 kHz)
1.5	Electrostatic discharge	IEC 61000-4-2	6 kV (contact discharge) ^e 8 kV (air discharge) ^e
^a Applicable performance criteria are defined in Table 2. ^b Applicable only to equipment containing devices susceptible to magnetic fields (e.g. Hall elements, magnetic field sensors) ^c In case of CRT monitors which are used in protected areas, the test level 3 A/m (continuous) shall be applied. ^d The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier. ^e See basic standard for applicability of contact and/or air discharge tests.			

(2) 發電設備之信號與控制部分的電磁耐受性測試，如下表 2 所示：

表 2 發電設備之信號與控制部分的電磁耐受性測試

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Fig. 2		
			2	3	4
2.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz	4 kV 5 kHz or 100 kHz	4 kV 5 kHz or 100 kHz
2.2	Surge ^a	IEC 61000-4-5	1 kV (1,2/50 μs) line to ground	2 kV (1,2/50 μs) line to ground	2 kV (10/700 μs) line to ground
			0,5 kV (1,2/50 μs) line to line	1 kV (1,2/50 μs) line to line	1 kV (10/700 μs) line to line
2.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^b 80 % AM (1 kHz)
2.4	Mains frequency voltage ^c	IEC 61000-4-16	10 V continuous 100 V for 1 s	10 V continuous 100 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s
2.5	Conducted common mode disturbances ^c	IEC 61000-4-16	10 V – 1 V 15 Hz – 150 Hz 1 V 150 Hz – 1,5 kHz 1 V – 10 V 1,5 kHz – 15 kHz 10 V 15 kHz – 150 kHz	10 V – 1 V 15 Hz – 150 Hz 1 V 150 Hz – 1,5 kHz 1 V – 10 V 1,5 kHz – 15 kHz 10 V 15 kHz – 150 kHz	no test
2.6	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) ^d 1 kV (differential mode, 1 MHz) ^d
For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied. Applicable performance criteria are defined in Table 2.					
^a	No line-to-line test needed for symmetrical lines and shielded cables as well as data busses shorter than 10 m.				
^b	The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.				
^c	The test level specified is the r.m.s. value.				
^d	Applicable only to connections to power line carrier.				

(3) 發電設備之低電壓交流輸入及輸出部分的電磁耐受性測試，如下表所示：

表 3 發電設備之低電壓交流輸入及輸出部分的電磁耐受性測試

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Fig. 2		
			2	3	4
3.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz	4 kV 5 kHz or 100 kHz	4 kV 5 kHz or 100 kHz
3.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 μ s) line to ground	2 kV (1,2/50 μ s) line to ground	2 kV (1,2/50 μ s) line to ground
			1 kV (1,2/50 μ s) line to line	1 kV (1,2/50 μ s) line to line	1 kV (1,2/50 μ s) line to line
3.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
3.4	Voltage dips and voltage interruptions ^b	IEC 61000-4-11 ^c	70 % U _T , 1 period 40 % U _T , 50 periods ^a	70 % U _T , 1 period 40 % U _T , 50 periods ^a	70 % U _T , 1 period 40 % U _T , 50 periods ^a
		IEC 61000-4-34 ^d	0 % U _T , 5 periods 0 % U _T , 50 periods ^e	0 % U _T , 5 periods 0 % U _T , 50 periods ^e	0 % U _T , 5 periods 0 % U _T , 50 periods ^e
3.5	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)
For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied. For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc. Applicable performance criteria are defined in Table 2.					
^a	The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.				
^b	Not applicable to low voltage a.c. output power ports.				
^c	Applicable to equipment with mains current \leq 16 A per phase.				
^d	Applicable to equipment with mains current more than 16 A per phase.				
^e	Applicable only to power ports directly connected to public low-voltage supply network.				

(4) 發電設備之低電壓直交流輸入及輸出部分的電磁耐受性測試，如下表所示：

表 4 發電設備之低電壓直交流輸入及輸出部分的電磁耐受性測試

Test	Environmental phenomena	Basic standard	Test specifications Interface type according to Fig. 2		
			2	3	4
4.1	Fast transient/burst	IEC 61000-4-4	2 kV 5 kHz or 100 kHz	4 kV 5 kHz or 100 kHz	4 kV 5 kHz or 100 kHz
4.2	Surge	IEC 61000-4-5	2 kV (1,2/50 μ s) line to ground	2 kV (1,2/50 μ s) line to ground	2 kV (1,2/50 μ s) line to ground
			1 kV (1,2/50 μ s) line to line	1 kV (1,2/50 μ s) line to line	1 kV (1,2/50 μ s) line to line
4.3	Conducted disturbances, induced by radio-frequency fields	IEC 61000-4-6	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)	150 kHz to 80 MHz 10 V ^a 80 % AM (1 kHz)
4.4	Mains frequency voltage ^b	IEC 61000-4-16	10 V continuous 100 V for 1 s	10 V continuous 100 V for 1 s	30 V continuous 300 V for 1 s
4.5	Ripple on d.c. power supply	IEC 61000-4-17	10 % U _n	10 % U _n	10 % U _n
4.6	Damped oscillatory wave	IEC 61000-4-18	no test	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)	2,5 kV (common mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 1 MHz) 1 kV (differential mode, 10 MHz)
4.7	Voltage dips and voltage interruptions ^c	IEC 61000-4-29	70 % U _T , 0.1 s 40 % U _T , 0.1 s 0 % U _T , 0.05 s	70 % U _T , 0.1 s 40 % U _T , 0.1 s 0 % U _T , 0.05 s	70 % U _T , 0.1 s 40 % U _T , 0.1 s 70 % U _T , 0.05 s
<p>For interface type 1, at least the requirements of IEC 61000-6-1 shall be applied. For equipment with input current rating > 16 A, the tests should be limited to the power port of electronic units/modules, etc. Applicable performance criteria are defined in Table 2.</p>					
^a	The test level specified is the r.m.s. value of the unmodulated carrier.				
^b	The test level specified is the r.m.s. value.				
^c	Not applicable to low voltage d.c. output power ports.				

題目：NIST Smart Grid, SG Interoperability Panel (SGIP) and the EM Interoperability Issues Working Group Activities

主講者：Donald Heirman 顧問公司總裁 Donald Heirman, Member of U. S. Smart Grid Interoperability Panel and Smart Grid Testing and Certification Committee

智慧電網=電網+智慧，但整合電網與通信網路，需要要求互通性，而互通性必須要求可靠度及實際驗證性能，如圖 7 所示。

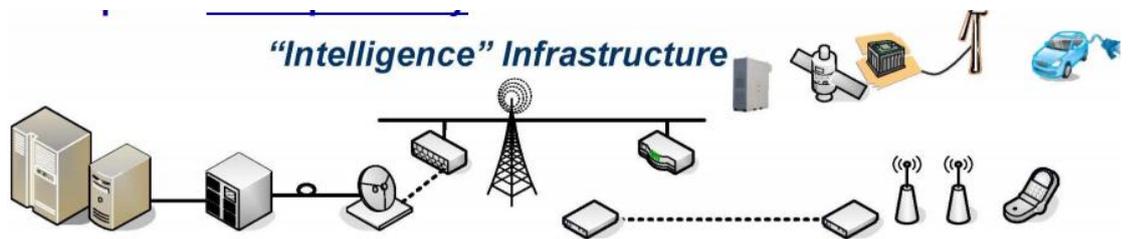


圖 7 智慧電網基礎建設

標準體系的框架相當重要，美國 NIST 針對智慧電網的互通性架構及發展藍圖，已分別於 2010、2012 及 2014 釋出標準，如圖 8 所示。

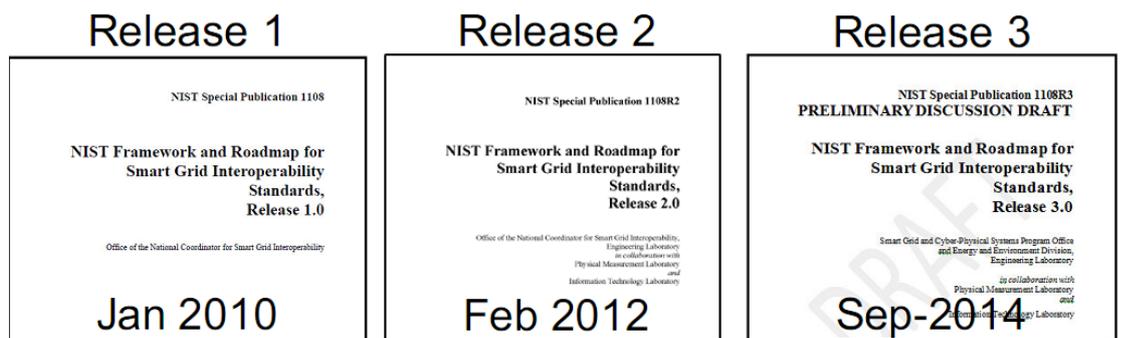


圖 8 美國 NIST 針對智慧電網的互通性架構及發展藍圖

美國 NIST 框架工作組織的內容，第 3 版大綱內容如下所示:(1) 目的與範圍;(2) 智慧電網的願景;(3)智慧電網的互通性;(4) 架構框架;(5)網路安全策略;(6)測試及驗證框架;(7) 其它未來議題等項目。

電磁相容在智慧電網互通性小組聚焦的工作群組為電磁相容互通性議題工作小組(Electromagnetic Interoperability Issues Working Group, EMIIWG)，此工作群組主要是調查提升智慧電網裝置及系統的電磁耐受性及改善電磁干擾的特性。

所有應用及產品進入市場前都須符合電磁相容(EMC)的要求，然而在 EMC 的規範並沒有針對智慧電網訂定特定的限制或特別的要求；在 IEC 智慧電網 61850-3 國際標準之 EMC 要求，是直接引用 IEC 61000-4-2 的量測方法，亦即(1)IEC 61000-4-2 (ESD);(2)IEC 61000-4-3 (Radiated RF immunity);(3)IEC 61000-4-4 (Fast Transients/Bursts);(4)IEC 61000-4-5 (Surge);(5)IEC 61000-4-6 (Conducted RF immunity);(6)IEC 61000-4-8 (Power-frequency magnetic fields);(7)IEC 61000-4-10 (Oscillatory magnetic fields);(8)IEC 61000-4-16 (Common mode disturbances);(9)IEC 61000-4-18 (Surge Withstand Capability)。

三、技術論文發表

題目：A Black-Box Measurement-Based Modeling Method for the RF Emission and Immunity Behavior of ICs

作者：Hugo Pues (Melexis Technologies NV, Tessenderlo, Belgium);
Celina Gazda (Melexis Technologies NV, Tessenderlo, Belgium)

這篇論文提出一種不需要知道積體電路(Integrated Circuit, IC)內部架構或是活動，便可以建構射頻(RF)電磁干擾及電磁耐受性模型的方法，即所謂黑盒子法，此方法是基於 3 種量測方法：(1)多埠(Port) S 參數量測使用向量分析儀；(2)電磁干擾量測使用 EMI 接收機；(3)耐受性量測使用直接功率注入法(DPI)，所提出的方法適用在標準 IC，模型有效頻率範圍為 300kHz~2.5GHz。圖 9 為 IEC 62433-2 所表示的 IC-EMI 傳導模型，IC 腳數為 N_p ，且 N_a 表示 IC 有 a 個內部雜訊來源(Internal Activities, IA)，被動分布網路 (passive distribution network, PDN) 為 IC 內部活動與 IC 接腳耦合阻抗特性。

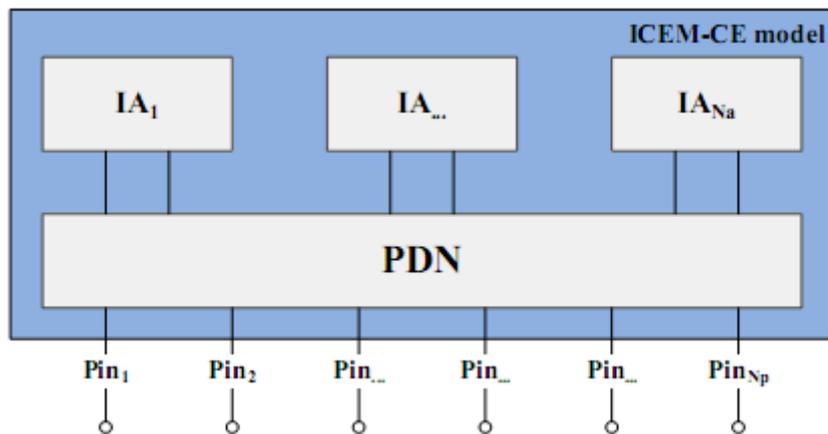


圖 9 IEC 62433-2 之 IC-EMI 傳導模型

圖 10 為這篇論文提出的模型，與 IEC 62433-2 所表示的 IC-EMI 傳導模型差異為：「在每一信號接腳，以外部雜訊電壓源(external noise

voltage sources, EVs)，取代 IA，而模型的參考被連接到模型的參考腳」，其中 PDN 是由多埠(multi-port)S 參數的量測來決定，而 EVs 的參數是使用類似 IEC 61967-4 的量測方法來決定。

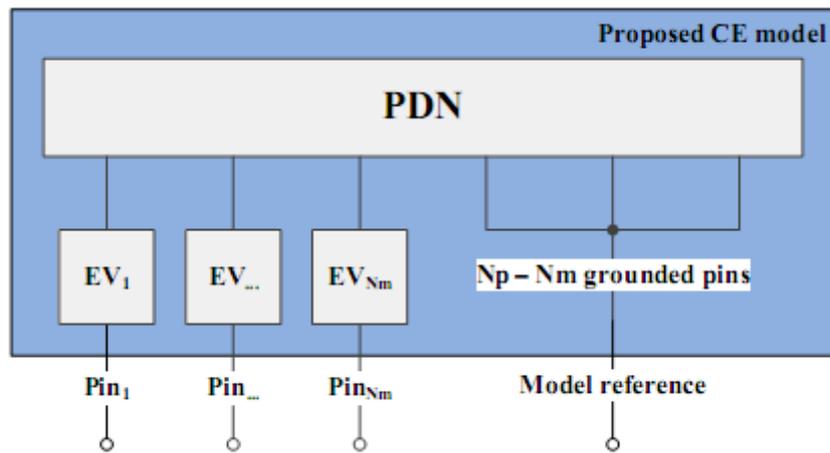


圖 10 這篇論文提出的傳導干擾模型

另外，IEC 62433-4 亦發展了 IC-EMS 傳導耐受性模型，其主要有 2 個元件，一為 PDN 用以模擬阻抗特性及信號在 IC 內部的傳遞，另一個為內部耐受性模型(internal immunity block, IB)，表示 IC 對外加擾動的反應。在這篇論文提出 IC-EMS 傳導耐受性模型，如圖 11 所示，以等效直接功率輸入法在每一信號接腳作計算，並與 DPI 量測方法的結果作比較。

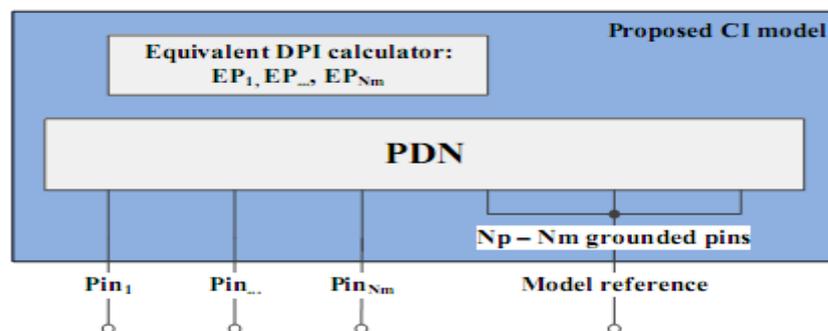


圖 11 這篇論文所提之傳導電磁耐受性模型

題目: Analysis of Intra-Chip Digital Noise Coupling Path in Fully LTE

Compliant RF Receiver Test Chip

作者: Masahiro Yamaguchi (Tohoku University, Sendai, Japan); Peng Fan (Tohoku University, Sendai, Japan); Satoshi Tanaka (Tohoku University, Sendai, Japan); Makoto Nagata (Kobe University, Kobe, Japan); Sho Muroga (National Institute of Technology, Toyota College, Toyota, Japan)

這篇論文研究空氣及導線傳導耦合路徑分析，並且使用磁場探棒作 2.1GHz 頻帶的近場掃描，從這近場掃描圖可以萃取出數位電路的雜訊轉移到射頻(RF)電路之可能所行經晶片內導線路徑。此外，依據所萃取的導線路徑，可利用繪圖軟體建立模型並利用 FEM 作電磁模擬，經由模擬與量測結果分析，可清楚指出磁性薄膜抑制了晶片內控制導線之傳導雜訊，模擬結果為抑制了 11.5dB 傳導雜訊，而量測方法所得到的結果為抑制了 10dB 的傳導雜訊，模擬與量測方法所得到的結果相當接近。圖 12 為晶片的原型，這晶片包含有:頂端的射頻接收器(RF receiver, 簡稱 Rx)及中間的任意波形產生器(arbitrary noise generator, ANG)與雜訊監督器。在 ANG 與 Rx 間之雜訊耦合，主要是經由矽基板(silicon substrate) 耦合，而其他的電磁耦合路徑也會同時被考慮。

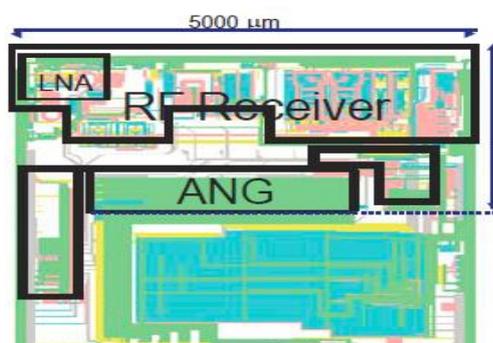


圖 12 原型晶片實際布局圖

圖 13 顯示 ANG 到 Rx 前端的耦合路徑，可能是經由(1)空氣;(2)矽基板(3)封裝或是電路板作耦合。

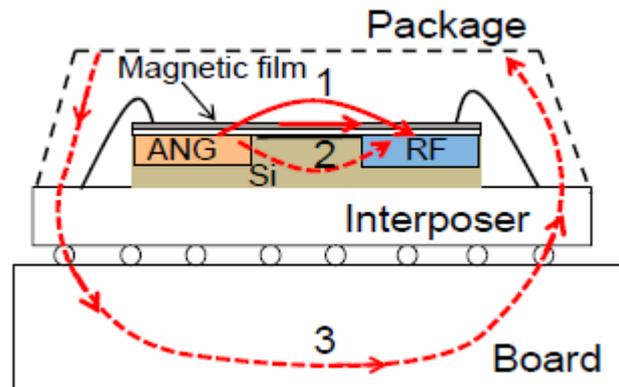


圖 13 晶片及電路板層級之耦合路徑

圖 14(a)為磁場近場探針掃描這測試晶片之 2.1GHz 近場掃描圖，圖 14(b)為依據 2.1GHz 近場掃描圖所萃取的數位電路雜訊轉移至 RF 電路之所行經晶片內導線的可能耦合路徑，圖 14(c)為依據所萃取的經晶片內導線的可能耦合路徑，利用繪圖軟體所畫的布局圖以作為 FEM 電磁模型建置使用。

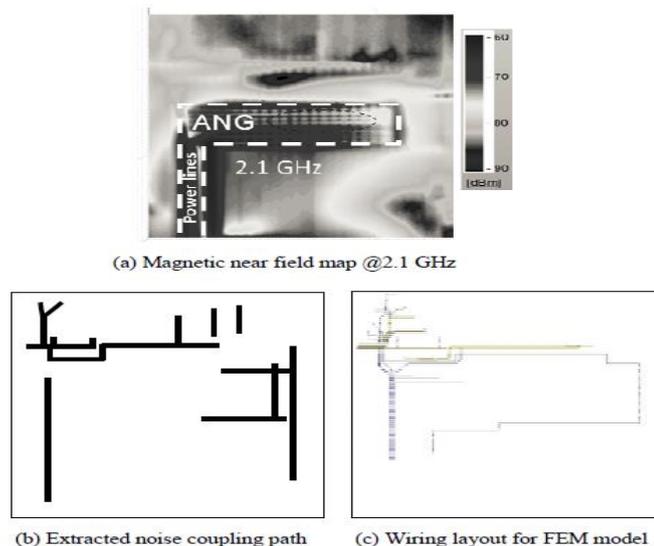


圖 14 (a)測試晶片之 2.1GHz 磁場近場掃描圖，(b)雜訊萃取耦合路徑，
(c)供建 FEM 模型用之導線布局圖

題目：Prediction of the Robustness of Integrated Circuits against EFT/BURST

作者：Susanne Bauer, Bernd Deutschmann and Gunter Winkler

產品的耐受性可以抵擋承受暫態擾動是確保電子系統符合電磁相容特性很重要的一件事，因此能夠預估暫態事件干擾對電子系統是否可以正常動作、錯誤或是毀壞，可以幫助在系統概念及設計發展階段，定義正確的保護設計。這篇論文發表一種預估方法，其依據 EFT 量測建構 EFT 模型，進行數學計算及模擬，這方法可以用來估測 IC 在測試期間，受到暫態擾動時產生的干擾及甚麼限度 IC 還能夠承受住，不會造成損壞，這方法亦能夠用來決定內部及外部保護結構以抵擋承受任何種類的暫態擾動雜訊。圖 15 為電容性耦合夾鉗(Capacitive Coupling Clamp)的量測建置，包含幾何尺寸，以使用以建構模型使用。

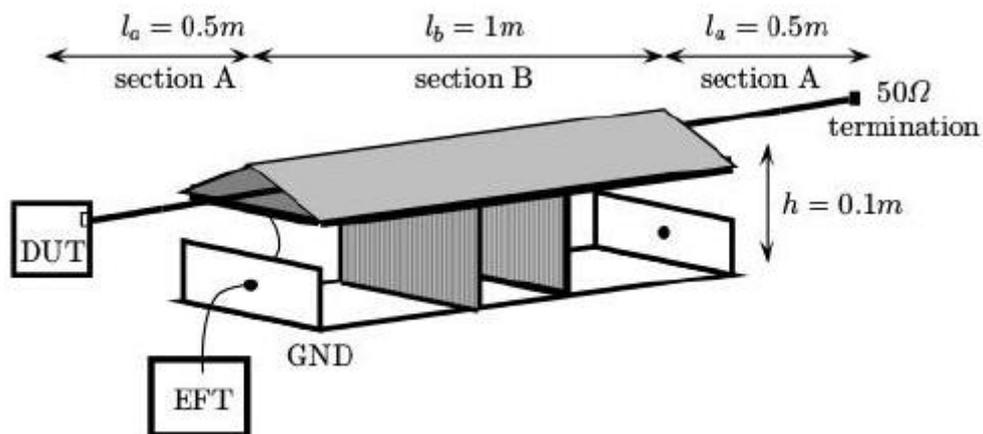


圖 15 電容性耦合夾鉗(Capacitive Coupling Clamp)

圖 16 為 EFT 模擬模型，其由爆發(Burst)產生器、電纜、電容性耦合夾鉗、電路板及待測 IC 模型所組成，而且這些模型都是使用集總元件 (Lumped Elements)。

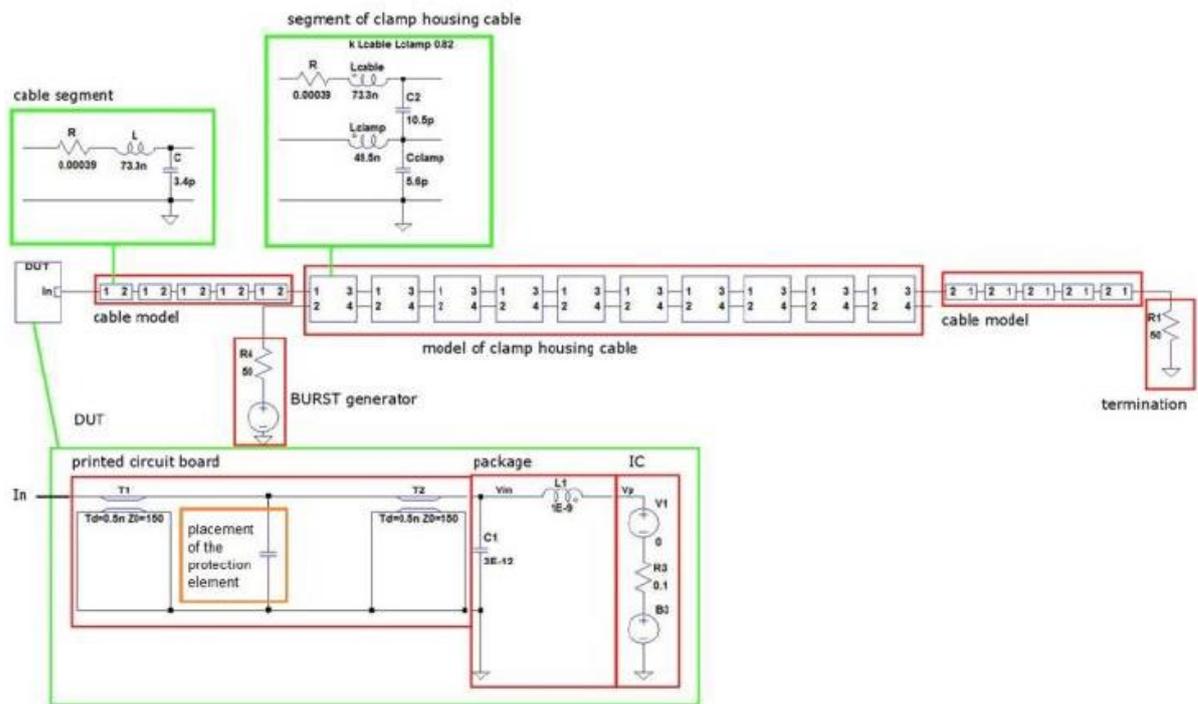


圖 16 EFT 模擬模型，包含有爆發(Burst)產生器、電纜、電容性耦合夾鉗、電路板及 IC 模型

圖 17 顯示沒有保護的裝置，功率足夠高，導致毀損待測 IC，而有簡單的保護電容，便可以保護操作在安全區域。

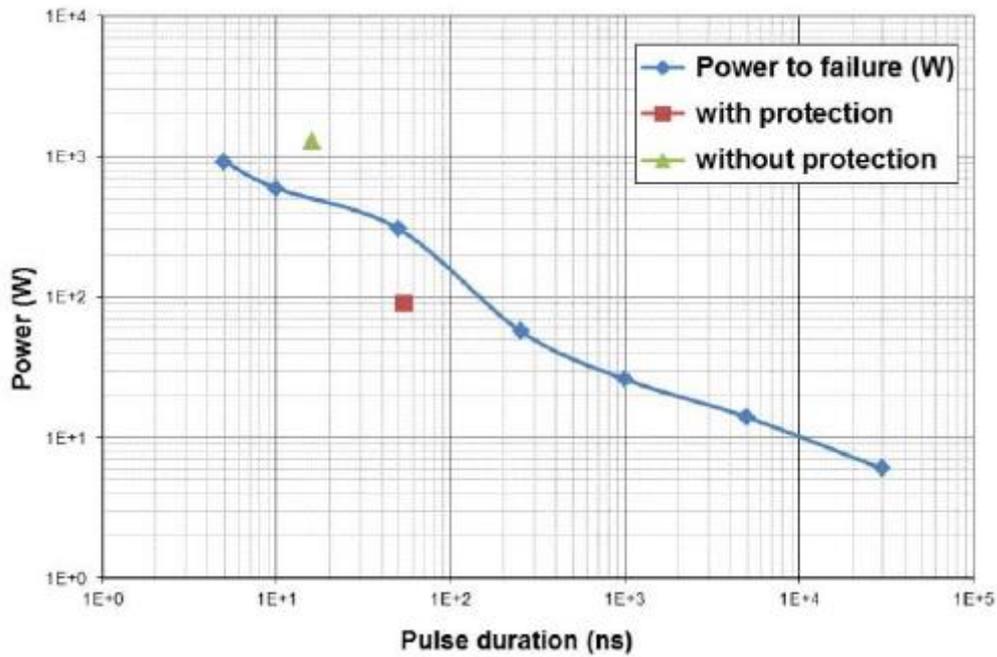


圖 17 待測 IC(74HC14)之功率失效特性曲線圖

其他論文演講內容簡單摘要：

圖 18 為無線充電的原理，無線充電是新興的技術，其對產品及環境 EMC 的影響相當大，應該持續加以關注。

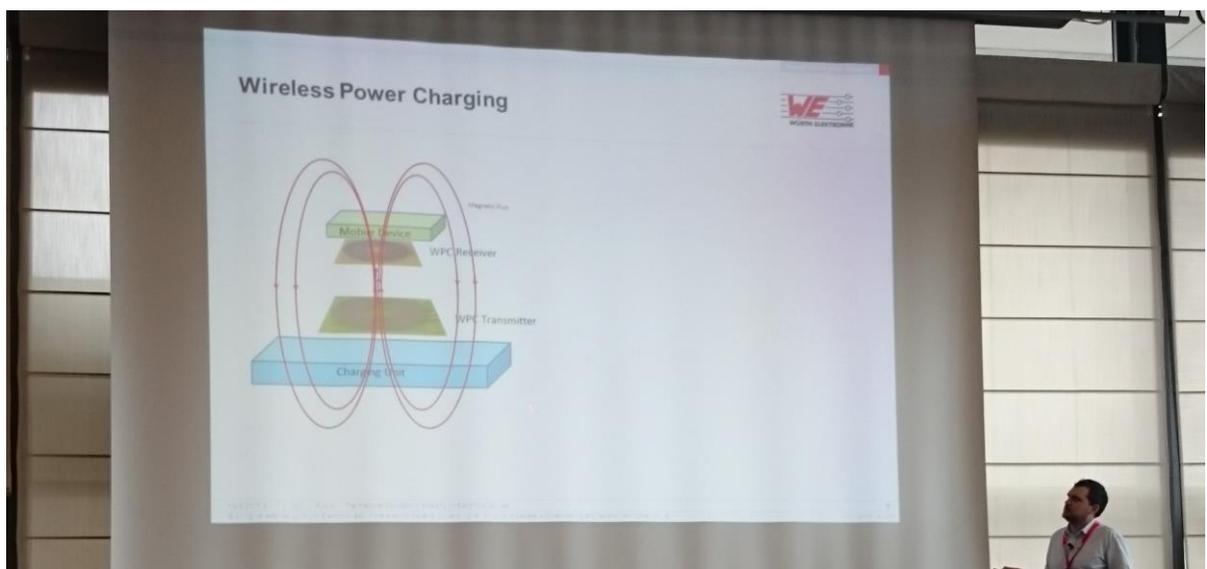


圖 18 無線充電原理

圖 19 為近場探棒可以用於電路的偵錯，現場進行展示。



圖 19 近場探棒現場量測展示

圖 20 為利用近場掃描來量測待測 IC 有遮蔽與無遮蔽的情況。

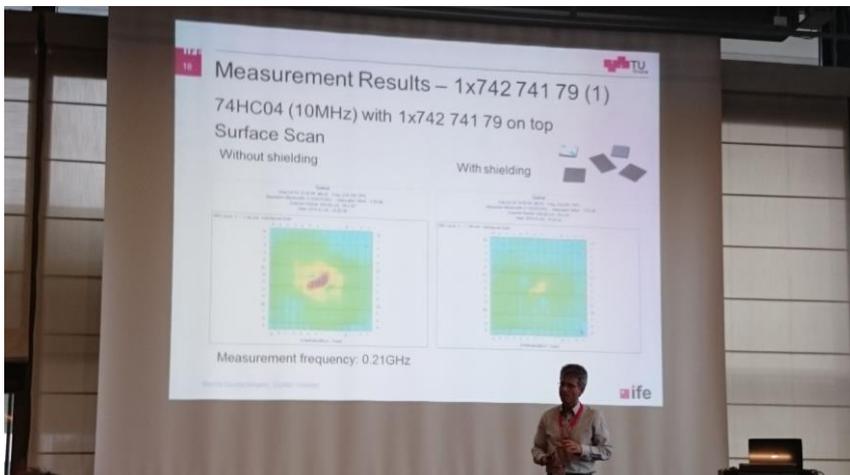


圖 20 有遮蔽與無遮蔽近場掃描圖

目前電路愈來愈輕薄短小，IC 朝向 3D-IC 作發展，圖 21 為大陸浙江大學所發表的一篇 3DIC 論文。

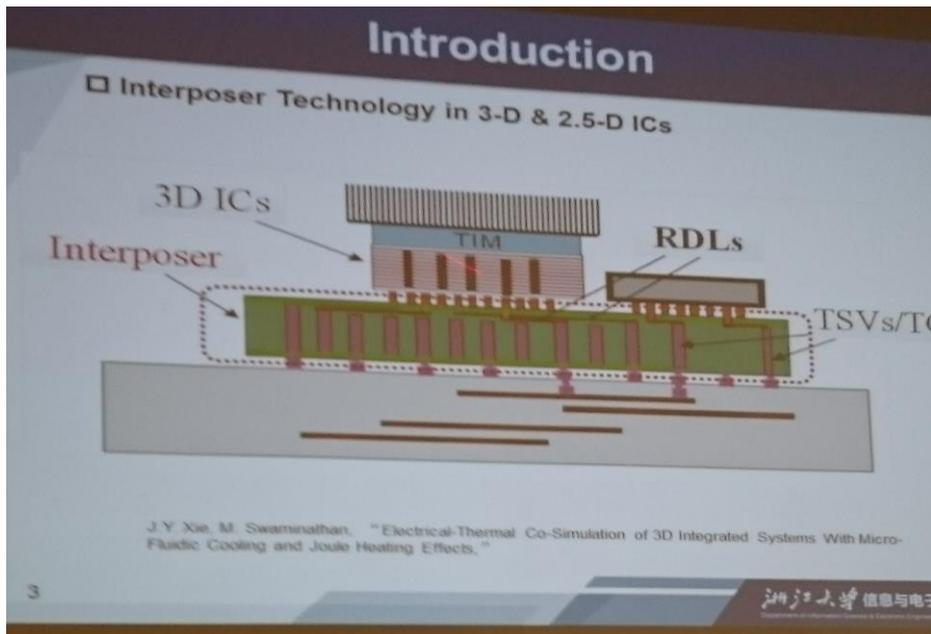


圖 21 3D-IC

四、展場活動

每年的 EMC 研討會，現場的展覽活動也是必要的參觀重點，展出的重點以測試儀器、測試治具、模擬軟體及 EMC 材料為重點、用途則以商用為大宗，此外亦有不少車用設備及軍用的範疇。此外有看到一比較特別的光電式電場探棒 LSProbe2500 為 6 GHz 3D 電場(E-Field)分析儀，具有高解析度、高速度、低雜訊 E -probe，提供高精度的頻率和溫度補償。專利檢測技術提供 60dB 的動態範圍和 0.5V/m 靈敏度，該 3D 電場探針可支援纖維光纜長度達 100 米，如圖 22 所示。



圖 22 6GHz 3D E-field Analyzer

圖 23 為即時 EMI 分析儀與高速示波器之整合設備，這設備可用於時頻域的整合測試，有利於系統做 EMI 的量測與作對策分析。



圖 23 即時 EMI 分析儀與高速示波器之整合設備

圖 24 為可以到達 5GHz 之大電流注入法的探針，目前 IEC 62432 的標準量測範圍只到 1GHz，這個 5GHz 大電流注入法 (Bulk Current Injection) 探針 (Probe)，相當先進。



圖 24 5GHz 大電流注入法探針

五、參觀活動：福斯汽車德勒斯登汽車裝配廠

本屆研討會歡迎晚宴由福斯汽車公司舉辦，設宴地點即為德勒斯登之福斯汽車裝配廠，此裝配廠為福斯高級手工轎車裝配廠。其導覽人員介紹車主可以如何客製化其汽車，客製化資料如何交由員工配合自動化機械，進行手工裝配作業。



圖 25 德勒斯登之福斯汽車裝配廠

晚宴會場，與國內台大吳宗霖教授、台北科技大學林丁丙教授、大葉大學邱正男教授、逢甲大學袁世一教授等國內 EMC 方面研究人員共同討論。除了針對技術部分外，也對國內智慧

電網及 EMC 發展方向也有討論。另外，也有提到，建議本局未來應該可以與學術界，每年共同辦一次國內較大型 EMC 研討會，內容形式不拘，主要是提供本局科專計畫、國內 EMC 試驗室、產業界及學術界，一個技術、學術及法規政策發表與交流的平台。

六、與國際人員技術交流：法國：Alexander Boyer (INSA Toulouse 教授)

與INSA Toulouse Alexander Boyer 教授討論IC-EMC老化試驗的研究及模型建立的方法，及討論他們正在發展及打算向IEC提案標準草案之傳導干擾模型語言(Conducted Emission Markup Language, CEML)，用於IC-EMI模型之通用交換格式，他們以XML的語法去發展CEML語言，以使用來發展一通用的IC-EMI模型的介面，下面為其所發展的CEML的例子：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<!-- root element -->
<CEmodel>
  <!-- Header section -->
  <Header>
    ...
  </Header>
  <!-- Lead definitions section -->
  <Lead_definitions>
    ...
  </Lead_definitions>
  <!-- Validity section -->
  <Validity>
    ...
  </Validity>
  <!-- Pdn section -->
  <Pdn>
    ...
  </Pdn>
  <!-- Ia section -->
  <Ia>
    ...
  </Ia>
</CEmodel>
```

肆、心得與建議

一、心得：

透過本次研討會，吸取國際論文新知與意見交流，建立國際相關領域之技術交流管道，參考相關領域的學術論文資料，能針對國內產業需求與趨勢，蒐集之國際智慧電網電磁相容(Smart Grid EMC)相關標準、檢測與驗證技術資料，與國際智慧電網電磁相容領域之專家與學者進行技術交流，有利後續計畫執行。

此次會議台大吳宗霖教授的學生沈祺凱(Chi-Kai Shen)，由於在 EMC 領域之雜訊遷移及模型技術的重大貢獻，榮獲 EMC 協會總裁紀念獎(EMC Society President's Memorial Award)，相當不容易，建議未來本局應該積極地與國內大學(例如台大、交大、清大等)大學，可以有更密切的技術合作與交流，對於本局檢測技術的發展應該有相當大的幫助。

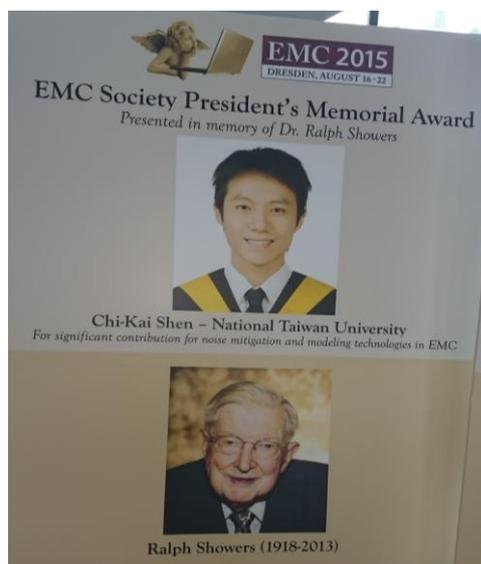


圖 26 EMC 協會總裁紀念獎

本次會議有提到比較 2003 與 2012 年論文出版的數量，中國成長的比例進度最多，這是國內應該加緊發展的警訊。

二、建議事項：

1. 在研討會的專題論壇得知各國都相當積極在發展智慧電網，而國內在智慧電網的發展相對比較緩慢，國內台電目前在低壓側智慧電表互通性遇到一些挑戰，建議未來國內在低壓側智慧電表、自動需量及家庭能源管理系統應該加快發展發展智慧電網相關檢測驗證發證服務。
2. 從這次研討會觀察到國際上針對智慧電網低頻部分的 EMC 技術及標準非常積極在發展，建議本局未來應該也要將智慧電網低頻部分的 EMC 檢測技術納入發展的規劃。
3. CNLA 已停辦檢測技術論文發表很多年，且國內 EMC 全國論文研討會舉辦的規模不大，建議未來本局可以利用科專計畫，結合國內學術界、法人、民間試驗室、業界，共同舉辦檢測技術研討會，提供智慧電網、EMC 等科專計畫及學術界與業界之論文發表技術及技術交流的平台，以利國內技術發展。