

# 電磁波的來龍去脈

王 健 仁

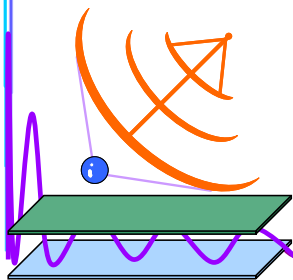
Chien-Jen Wang

國立臺南大學電機工程學系 教授

臉書 Facebook : 高頻電路與天線實驗室、CJ 家族

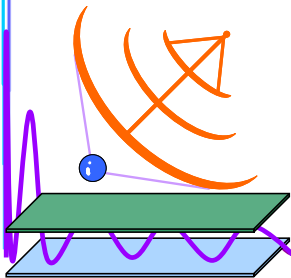
<http://www.facebook.com/CJLAB>

*RF Circuit & Antenna Lab.*

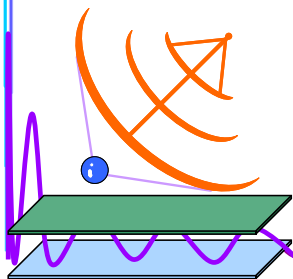


# Agenda

- ◆ 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾 (James Clerk Maxwell)
- ◆ 你知道的電磁波應用 --- 其實就在身邊
- ◆ 我們做的電磁波電路 --- 真的很簡單啊
- ◆ EE Dep. and *RF Circuit and Antenna Lab.* at NUTN
- ◆ Q & A



- ◆ 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾 (James Clerk Maxwell)
- ◆ 你知道的電磁波應用 --- 其實就在身邊
- ◆ 我們做的電磁波電路 --- 真的很簡單啊
- ◆ EE Dep. and *RF Circuit and Antenna Lab.* at NUTN
- ◆ Q & A



# 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾

Maxwell (1831~1879)

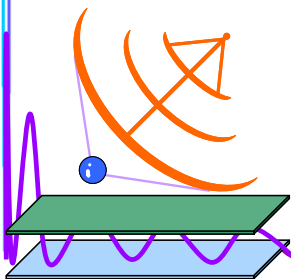
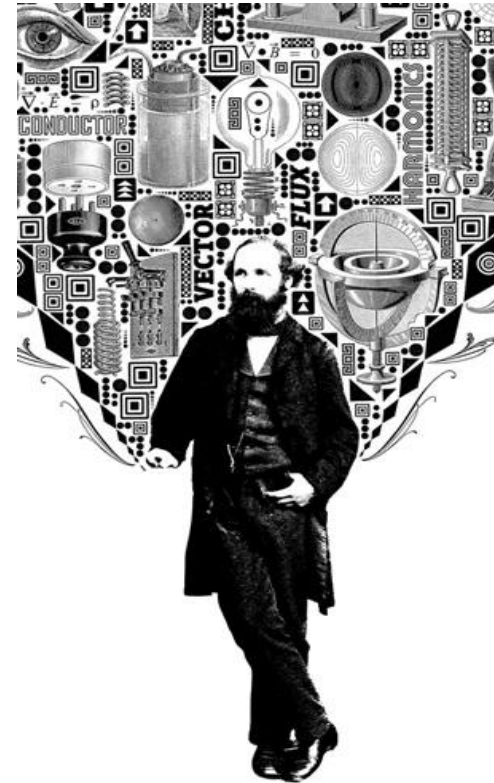
生於英國愛丁堡，卒於劍橋，為物理與數學家。

物理史三大巨人：

牛頓

馬克斯威爾

愛因斯坦



RF Circuit & Antenna Lab.

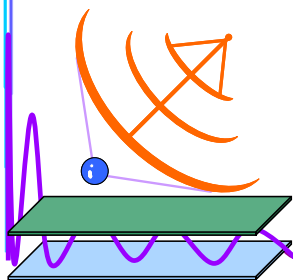


# 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾

## ◆ 站在巨人的肩膀



→ 可以看更遠的宇宙



[blogspot.tw](http://blogspot.tw) / [wordpress.com](http://wordpress.com) / [www.hzgj.net](http://www.hzgj.net)  
[math.ntu.edu.tw](http://math.ntu.edu.tw) / [www.zjjm.gov.cn](http://www.zjjm.gov.cn)

RF Circuit & Antenna Lab.



# 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾

- ◆ 十四歲時，Maxwell 就在英國愛丁堡皇家學會發表了他第一篇數學論文，討論 卵形線 與 多焦點曲線，展現了他驚人的數學天賦。
- ◆ 1856年，完成著名的土星環研究。他預測，如果土星環要穩定，則它必然是由許多微小固體所構成，這個預測直到廿世紀末 Voyager 太空船到達土星才證實。
- ◆ 1864年，提出描述電磁場之馬克思威爾方程式 (Maxwell Equations)

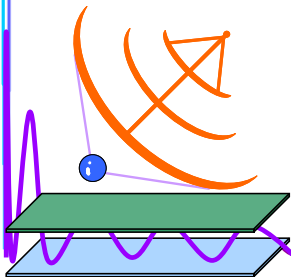
Maxwell 貢獻：

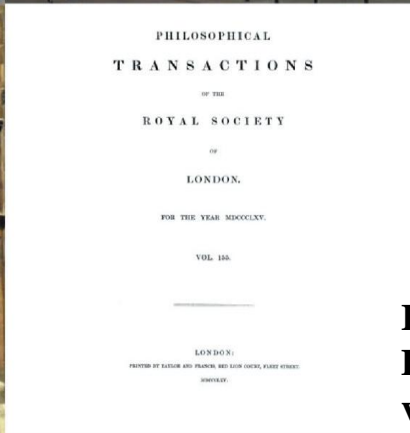
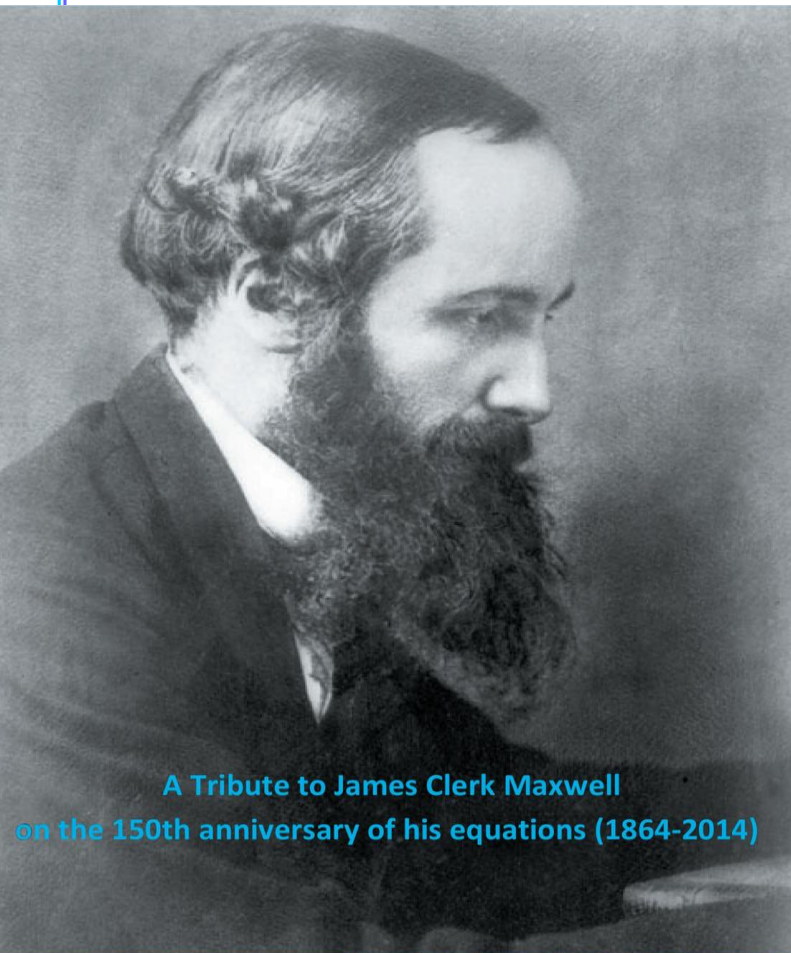
透過 電流 及時變電場 來產生磁場

提出 電位移場  $\underline{D}$

$$\underline{D} = \varepsilon \underline{E}$$

RF Circuit & Antenna Lab.





Maxwell' dissertation, and key places related to the development of the equations that bear his name, which were presented 150 years ago.

On the top-left to bottom-right diagonal of the picture there is the mind, James Clerk Maxwell, and his seminal work; off-diagonal blocks shows key places for Maxwell; and the temporal line of Maxwell's career can be read clockwise.



IEEE Antennas and Propagation Magazine, vol. 56, no. 6, Dec. 2014

# 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾

## ◆ Maxwellian 的里程碑

⊕ 1879

馬克斯威爾因胃癌逝世  
享年**48**歲。

⊕ 2010

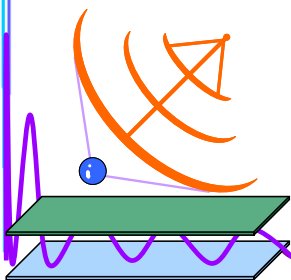
手機電磁波能爆米花嗎？

<http://catchtest.pixnet.net/>



哇 大師殞落

有影沒？



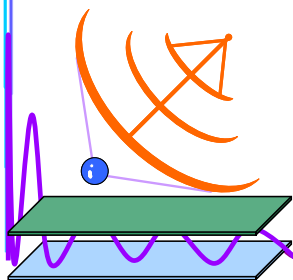
RF Circuit & Antenna Lab.





# Agenda

- ◆ 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾 (James Clerk Maxwell)
- ◆ 你知道的電磁波應用 --- 其實就在身邊
- ◆ 我們做的電磁波電路 --- 真得很簡單啊
- ◆ EE Dep. and *RF Circuit and Antenna Lab.* at NUTN
- ◆ Q & A



*RF Circuit & Antenna Lab.*



# 你知道的電磁波應用

## ◆ 天線功能

接收及發射電磁波 → 能量交換

### 發射端 (TX)

無線電發射機輸出的高頻電訊號，通過電纜饋線輸送到天線，經由天線轉換成電磁波形式，再幅射進入環境空間(如空氣、水、土壤或外太空)。

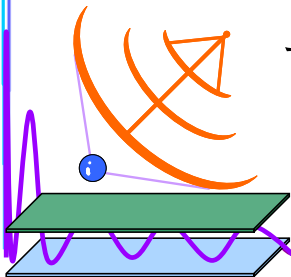
### 接收端 (RX)

天線接收環境空間中電磁波後轉換成高頻電訊號，並通過電纜饋線送到無線電接收機，再經由電路放大與解調後使用。

可見，天線是發射和接收電磁波的一個重要的元件

沒有天線也就沒有無線通訊系統。

RF Circuit & Antenna Lab.



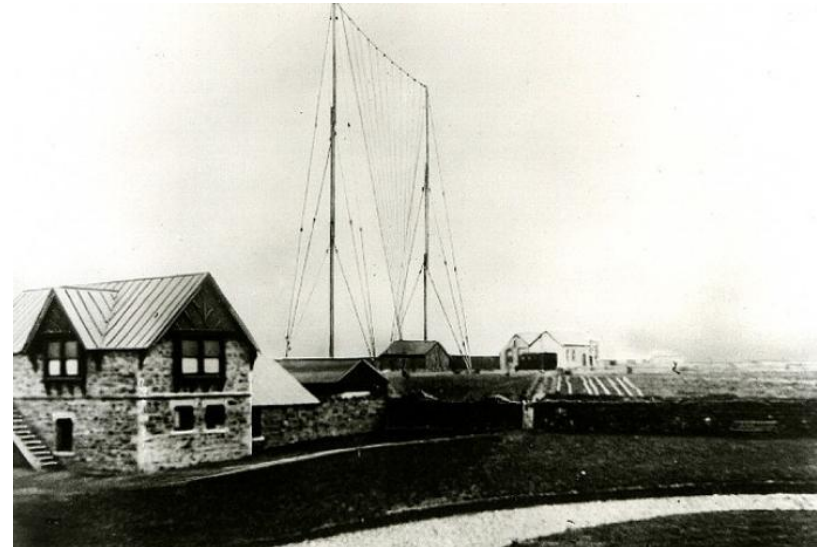
# 你知道的電磁波應用

## ◆ 天線始祖

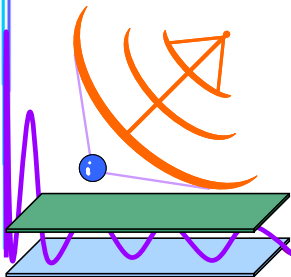
全世界第一個天線架構



<http://comerfords.e.tripod.com>



<https://www.flickr.com/photos/>



1901, Marconi 在英國 Signal Hill 操作接收機

→ 1909, 他贏得 諾貝爾物理獎

*RF Circuit & Antenna Lab.*



# 你知道的電磁波應用

## ◆ 天線種類

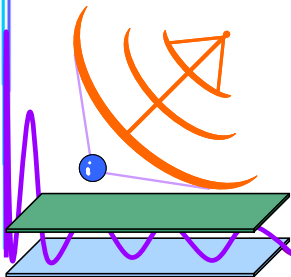


偶極天線 (Dipole antenna)

單極化天線  
(Monopole antenna)



迴圈天線 (Loop antenna)



[compy.blog.ithome.com.tw](http://compy.blog.ithome.com.tw)  
[www.ws-audio.com.tw](http://www.ws-audio.com.tw)  
[sygspjh.blog.163.com](http://sygspjh.blog.163.com)

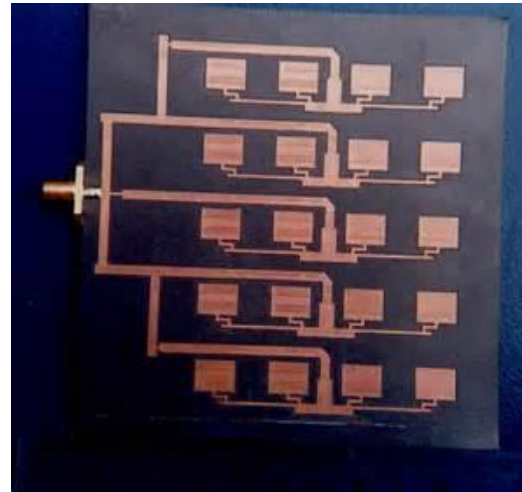
# 你知道的電磁波應用

## ◆ 天線種類

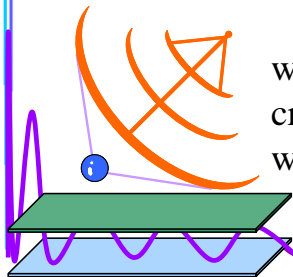


槽孔天線 (Slot antenna)

號角天線  
(Horn antenna)



微帶天線  
(Microstrip antenna)



[www.richtec.com.tw](http://www.richtec.com.tw)  
[creciendocontunegocio.celeris.cl](http://creciendocontunegocio.celeris.cl)  
[www.edufujitsu.org](http://www.edufujitsu.org)

# 你知道的電磁波應用

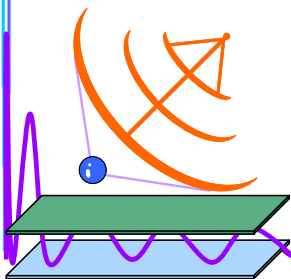
## ◆ 天線種類



反射式天線 (Reflector antenna)



八木天線 (Yagi-Uda antenna)



[www.cswomen.cn](http://www.cswomen.cn)  
[www.comm.yzu.edu.tw](http://www.comm.yzu.edu.tw)

RF Circuit & Antenna Lab.

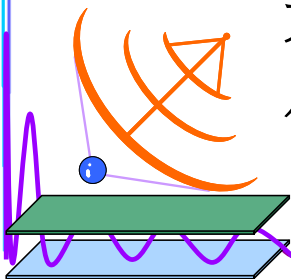


# 你知道的電磁波應用

## ◆ 微波爐發明



微波爐是家家戶戶必備的廚房用具，乾淨俐落，  
尤其融化冷凍的食物更是方便。  
化學家也曾經利用微波爐來促進化學反應。



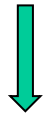
*RF Circuit & Antenna Lab.*



# 你知道的電磁波應用

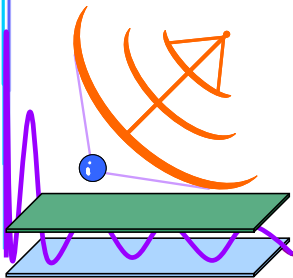
## ◆ 微波爐發明

巧克力糖怎麼熔糊了



# 微波爐的發明

美國 伯西·史班賽  
(Percy Spencer, 1894 —1970)





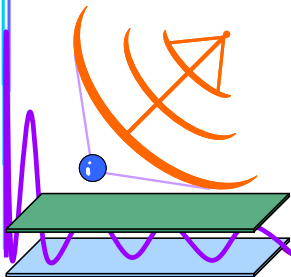
# 你知道的電磁波應用

1925年，他找到雷神公司（Raytheon Corporation）的無線電技工工作。在雷神公司的工作期間，他發揮了求真的態度和好奇心，一共發明也申請到一百五十多個專利。

## 靈機一動

雷神公司負責製造有關雷達（**RADAR** 是 **Radio Detection And Ranging** 的簡寫）裝置的磁控電子管，雷達是利用微波來偵察敵軍的飛機和軍艦的動向，現在雷達也用來測定雨量、預報天氣等

史班賽的工作，是負責磁控電子管的改良和生產。



# 你知道的電磁波應用

1945

史班賽正在試驗一個新改良的高能量磁控電子管



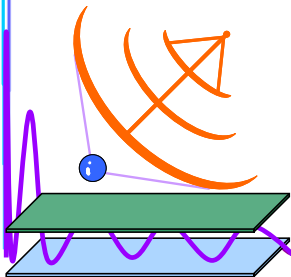
放在口袋裡的巧克力糖溶糊掉了



玉米放在磁控電子管的正前面  
扭開電波，幾分鐘後，玉米竟然爆開來

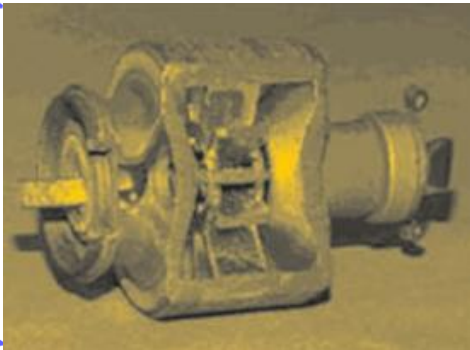


推定微波的能量



# 你知道的電磁波應用

## 第二個試驗



在一個金屬小茶壺的側邊開了一個小洞  
在茶壺裡放了一個生雞蛋  
把磁控電子管的微波對準那茶壺的小洞

扭開電波

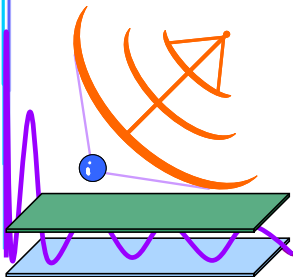


蛋竟然爆開了

蛋黃由小洞噴出來



煮熟了



# 你知道的電磁波應用

1946年 提出專利申請

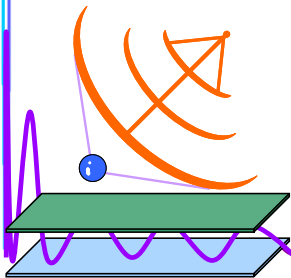
1947年 雷神公司就推出第一個商業專用的微波烤箱，  
專門供給餐廳、火車和輪船使用。

1955年 家庭用的微波爐才上市，大受歡迎。

## 掌聲回響

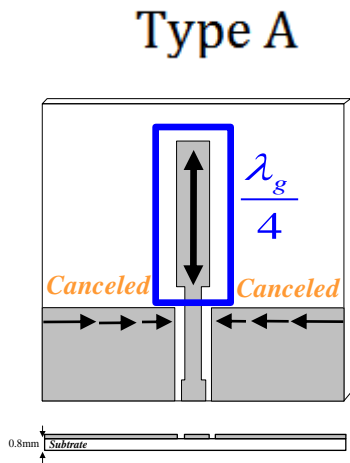
史班賽雖然小學都沒有畢業，但他找到自己的喜愛，進而力求上進，自我學習基礎數學、物理、化學等，無師自通，有**連接貫穿**的能力，因此能把巧克力糖的熔糊現象發明了微波爐，打破傳統的加熱方法，而達成加乘作用。

- ◆ 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾 (James Clerk Maxwell)
- ◆ 你知道的電磁波應用 --- 其實就在身邊
- ◆ 我們做的電磁波電路 --- 真得很簡單啊
- ◆ EE Dep. and *RF Circuit and Antenna Lab.* at NUTN
- ◆ Q & A

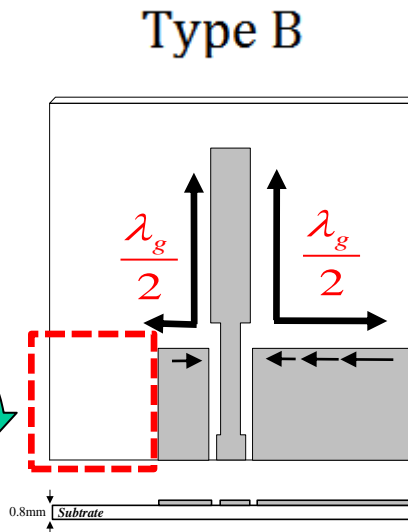


# 我們做的電磁波電路 --- 天線為例子

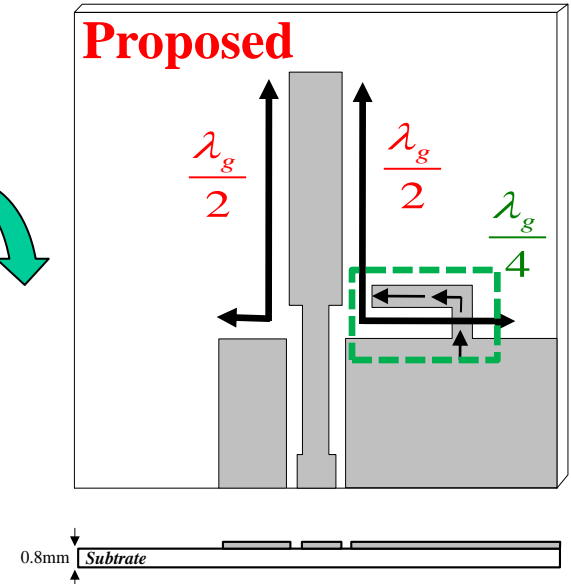
## ◆ 設計演進



**Symmetrical Ground**  
Linearly polarized &  
Single mode



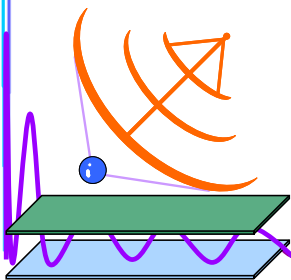
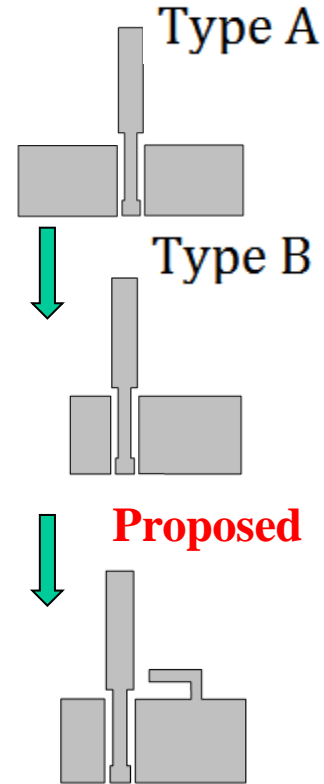
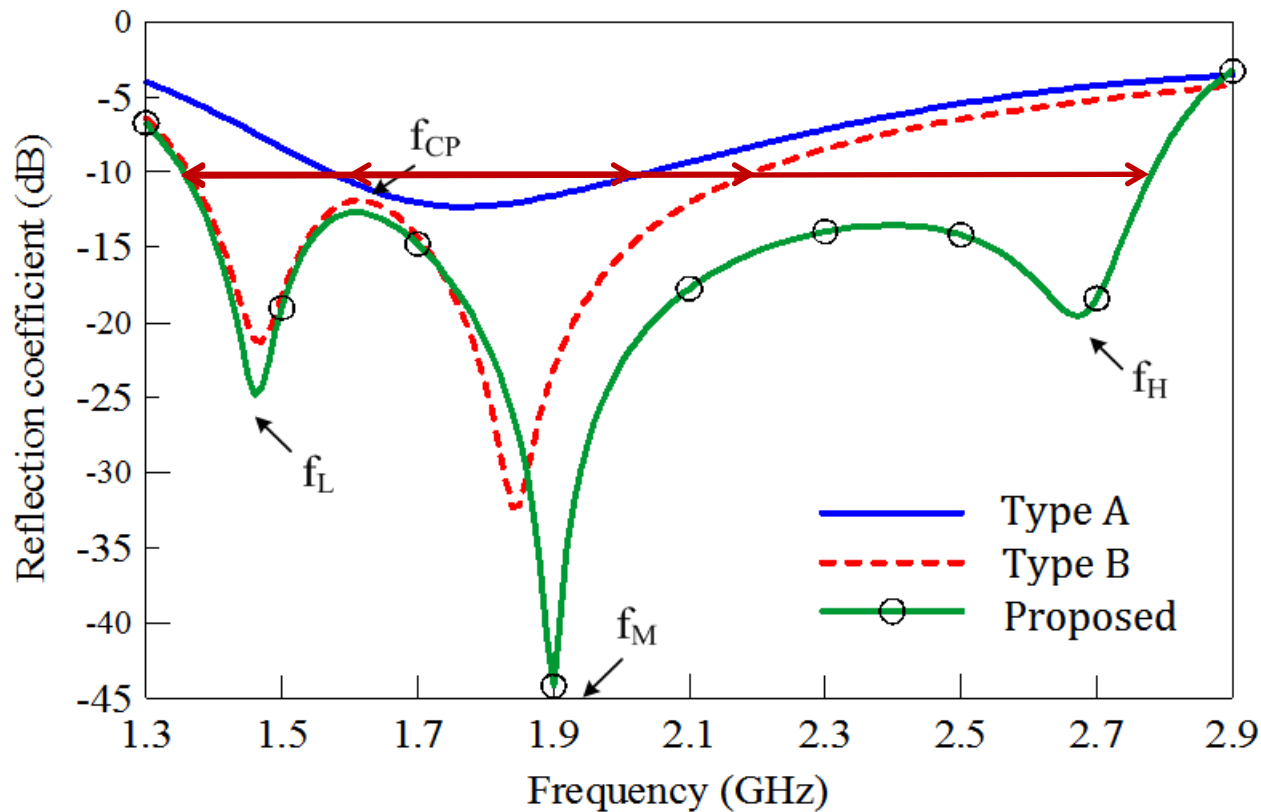
**Asymmetrical Ground**  
Generate the RHCP &  
Degenerate mode



**Asymmetrical GND with L strip**  
Enhance the Bandwidth  
(LTE system)

# 我們做的電磁波電路 --- 天線為例子

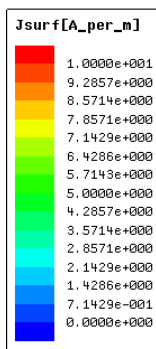
## ◆ 頻譜特性 -- 反射係數之阻抗頻寬



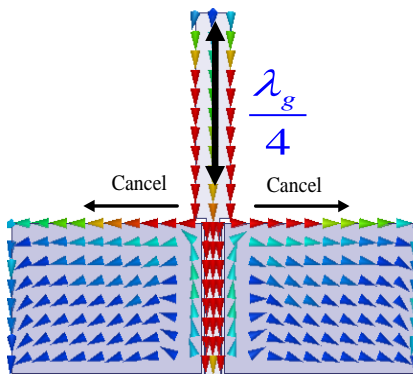
# 我們做的電磁波電路 --- 天線為例子

## ◆ 軟體模擬

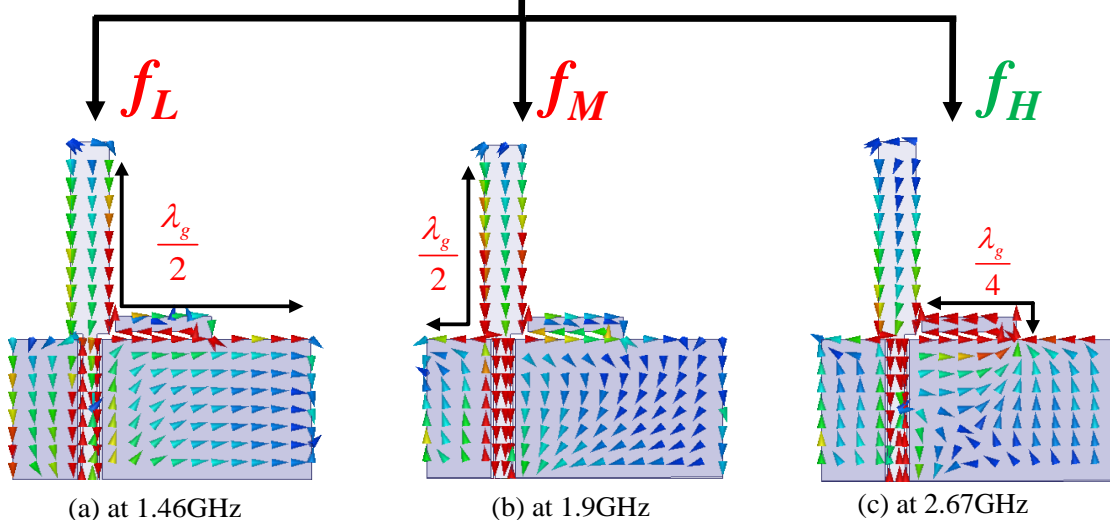
**Step 2: Asymmetrical GND**  
(Dual band operation)



**Step 1: Monopole ant.**  
(One band operation)



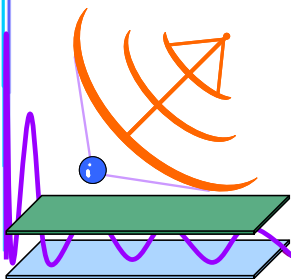
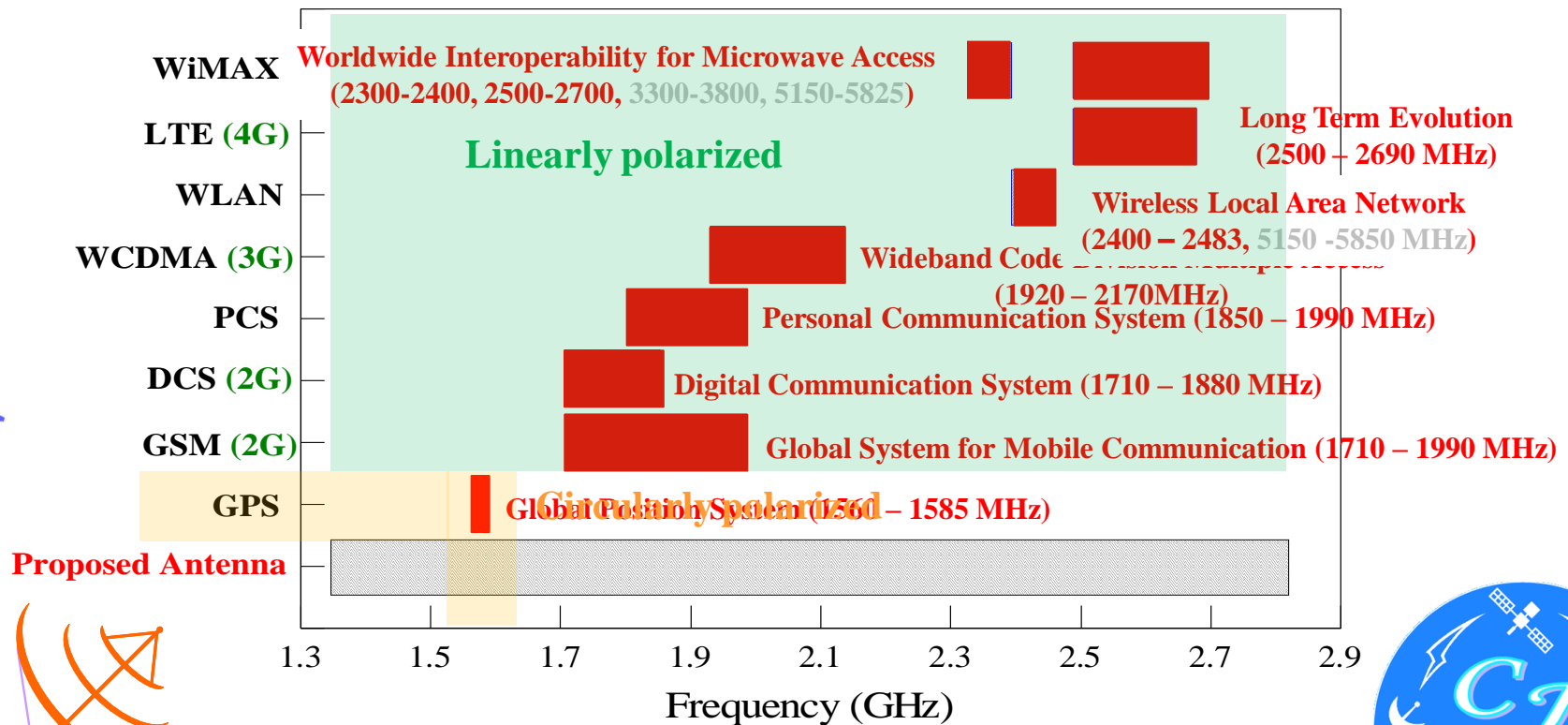
**Step 3: Inverted L strip**  
(Triple band operation)





# 我們做的電磁波電路 --- 天線為例子

## ◆ 符合通訊系統規格



# 我們做的電磁波電路 --- 天線為例子

## ◆ 研究成果

成為天線寶寶



畢業了



流芳百世的巨作

IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, VOL. 62, NO. 2, FEBRUARY 2014

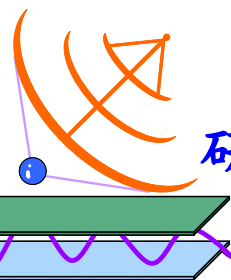
CPW-Fed Monopole Antenna for Multiple System Integration

Chien-Jen Wang and Kai-Lung Hsiao

**Rank = 43/248**

2013 JCR Science

Abbreviated Journal Title (linked to journal information)	JCR		
	Total Cites	Impact Factor	5-Year Impact Factor
IEEE T ANTENN PROPAG	21139	2.459	2.693



明泰科技  
研發替代役

ALPHA Networks

區域都會網路產品 行動 & 雲端網路產品 無線網路產品 數位多媒體網路產品 企業行動方案產品 能力與優勢

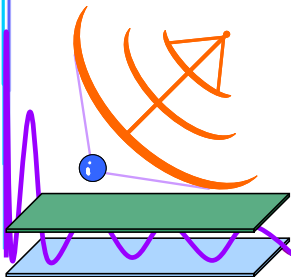
公司簡介  
Alpha company introduction

- 基本資料
- 企業沿革
- 企業文化
- 全球業務



# Agenda

- ◆ 歷史的巨人 --- 馬克斯威爾 (James Clerk Maxwell)
- ◆ 你知道的電磁波應用 --- 其實就在身邊
- ◆ 我們做的電磁波電路 --- 真得很簡單啊
- ◆ **EE Dep. and *RF Circuit and Antenna Lab.* at NUTN**
- ◆ **Q & A**



# EE Dep. and RF Circuit and Antenna Lab. at NUTN

## ◆ 近3年專題生升學

102

陳冠豪 【國立台灣大學電信所】

王佑誠 【國立交通大學照明與能源光電研究所】

施彥閣 【國立台灣科技大學電機系碩士班】

103

李御琳 【國立交通大學電信研究所】

蔡文賓 【國立臺南大學電機系碩士班】

林彥廷 【國立臺南大學電機系碩士班】

104

謝岱亨 【國立台灣科技大學電機系碩士班】

林育楷 【國立臺南大學電機系碩士班】

黃柔菁 【國立臺南大學電機系碩士班】

RF Circuit & Antenna Lab.



# EE Dep. and RF Circuit and Antenna Lab. at NUTN

上市大廠

## 逢甲大學期間 (90 -95)



### 實驗室畢業生情況

- 徐德福 【科技股份有限公司】 (負責人) 創業
- 蔡文才 【啟碁科技股份有限公司】
- 林佳宏 【富士康集團公司 (前)】、【啟碁科技股份有限公司 (現)】
- 李俊杰 【矽品精密工業股份有限公司】
- 吳俊緯 【國立交通大學電信博士】、【鴻海精密股份有限公司 (前)】、  
【仁寶電腦工業股份有限公司 (現)】 (3年畢業)
- 柯志昌 【啟碁科技股份有限公司】
- 林彥誌 【美律實業股份有限公司】
- 張書維 【中研院天文所 (前)】、【法商Nicomatic台灣區經理 (前)】  
創業【University of Massachusetts Amherst 博士生兼研究助理 (現)】
- 陳劭宜 【兆赫電子股份有限公司 (前)】、  
【士誼科技事業股份有限公司 (現)】
- 吳仁傑 【國立中正大學電機博士】、【鴻海精密股份有限公司】
- 吳志航 【佳世達科技公司】

RF Circuit & Antenna Lab.



# EE Dep. and RF Circuit and Antenna Lab. at NUTN

上市大廠

臺南大學期間 (96 - 101)

實驗室畢業生情況

林家賢(聯合大學)【日本千葉大學博士】(3年畢業)

日本NEC外國人研究員獎學金、日本交流協會博士獎學金

日本富士通株式會社(Fujitsu)福岡分部研發工程師

陳致行(義守大學)【和碩聯合科技股份有限公司(前)】

【啟碁科技股份有限公司(現)】

孫德良(亞洲大學)【啟碁科技股份有限公司(前)】

【日月光半導體製造股份有限公司(現)】

李昫叡(逢甲大學)【國立交通大學電信工程研究所博士生】

蔡宜哲(臺南大學)【國立交通大學電信工程研究所博士生】

林資雄(逢甲大學)【和碩聯合科技股份有限公司】

RF Circuit & Antenna Lab.



# EE Dep. and RF Circuit and Antenna Lab. at NUTN

上市大廠

臺南大學期間 (102 - 104)

實驗室畢業生情況

戴揚 (虎尾科大)	【啟碁科技股份有限公司】	(2012研發替代役)
林俊銘 (澎湖科大)	【華冠通訊股份有限公司】	(2012研發替代役)
王萬迪 (澎湖科大)	【和碩聯合科技股份有限公司】	(免役)
蕭凱隆 (虎尾科大)	【明泰科技股份有限公司】	(2013研發替代役)
陳伶婷 (正修科大)	【宏達國際電子股份有限公司 (HTC)】	(女性)
程昱璋 (臺南大學)	【璟德電子工業股份有限公司】	(2015研發替代役)
吳鍾緯 (澎湖科大)	【仁寶電腦工業股份有限公司】	(2015研發替代役)
施孟宏 (臺南大學)	【宏達國際電子股份有限公司 (HTC)】	(2015研發替代役)

RF Circuit & Antenna Lab.



# EE Dep. and RF Circuit and Antenna Lab. at NUTN

facebook

搜尋 2012年2月18日於新竹國賓飯店

Chien-Jen Wang



第一位研究生婚禮合照



CJ 家族 高頻電路與天線實驗室

40 人說讚 · 5 人正在討論這專頁



為何每個人都比“5”呢？

大學院校

CJ 家族 秉持著『品性第一、態度優先、專業為重、休閒不忘』的精神，歡迎喜歡上述理念的朋友們加入我們的行列！！

關於

相片

說讚的粉絲

活動



190



重點功能



---

# Q & A

---

*Thank you for your attention.*

