# 2021「中技社科技獎學金」

## 2021 CTCI Foundation Science and Technology Scholarship

## 研究獎學金

## Research Scholarship

# 應用於無透鏡的340 GHz異質整合THz成像系統之具有4度波束寬度16×16 IPD天線陣列

# 340-GHz Heterogeneously-Integrated THz Imager with 4°-Beamwidth 16×16 IPD Antenna Array for Lensless Terahertz Imaging Applications

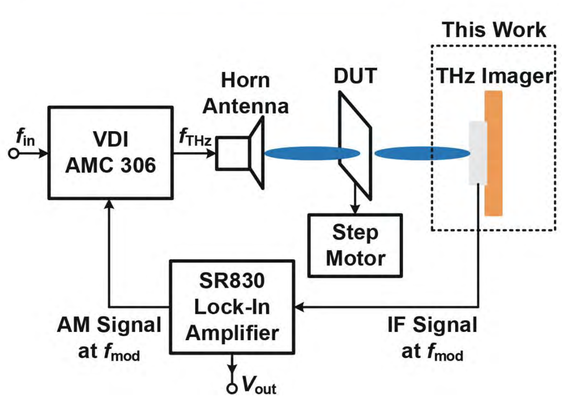

國立清華大學 工程與系統科學系 博士班三年級 邱德彥

指導教授：李俊興教授、巫勇賢教授

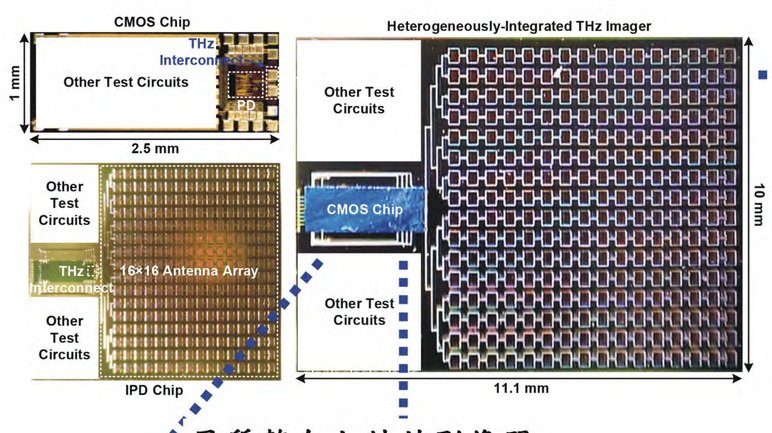

### 研究重點

本研究提出一個低成本、平面異質結構整合之340-GHz太赫茲(THz, 300 GHz- 3 THz)影像器可應用於無透鏡太赫茲影像系統。所提出太赫茲影像器由IPD(Integrated-Passive-Device)製成實現之16×16天線陣列組成，IPD到CMOS之連接結構採用0.18-μm CMOS製成實現功率檢測器，16×16天線陣列模擬結果顯示於340 GHz時，可提供23.9 dBi天線增益、30 dB方向性和5.6°半功率波束寬度(HPBW)。所提出的太赫茲連接結構利用傳輸線耦合之技術實現，提供CMOS晶片到IPD載體，具有低損耗和寬頻訊號傳輸，同時佔用較小的CMOS晶片面積，太赫茲連接結構模擬結果顯示於340 GHz時，插入損耗於僅1.8 dB，同時3-dB頻寬可從230 GHz到446 GHz。功率檢測器利用電晶體固有的偶數階非線性特性進行整流輸入訊號以達成功率檢測，模擬結果顯示功率檢測器於340 GHz時，可提供190.2 kV/W電壓響應($R_V$)、1.9 nW/Hz$^{0.5}$雜訊等校功率(NEP)，較高的雜訊等校功率是因為調變頻率($f_{mod}$)僅為1 kHz。由於駐波效應會影響量測的輸出電壓，因此我們提出一種非線性曲線貼合技術，以解決不希望的波動。量測結果表明，當調變頻率為1 kHz，所提出異質整合之太赫茲影像器於328 GHz分別可提供0.967 MV/W、0.18 nW/Hz$^{0.5}$的電壓響應和雜訊等校功率，量測340 GHz時的天線方向性和半功率波束寬度分別為30 dB、4°。這種具有高方向性、窄半功率波束寬之太赫茲影像器可實現簡單、低成本、無透鏡的太赫茲影像系統。據目前所知，所提出之整合太赫茲影像器為最多數量的天線，以及迄今為止報導的太赫茲頻率下表現出最高的天線方向性、最窄的半功率波束寬之太赫茲影像器。

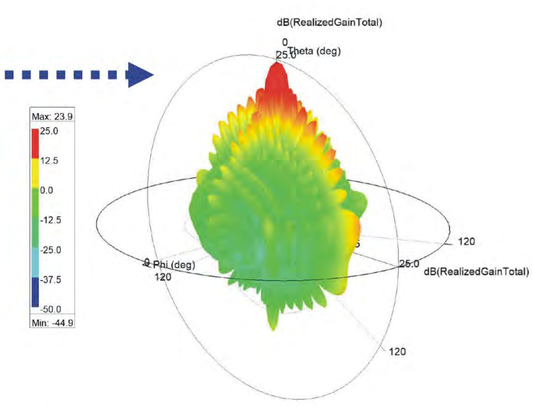
### 研究成果



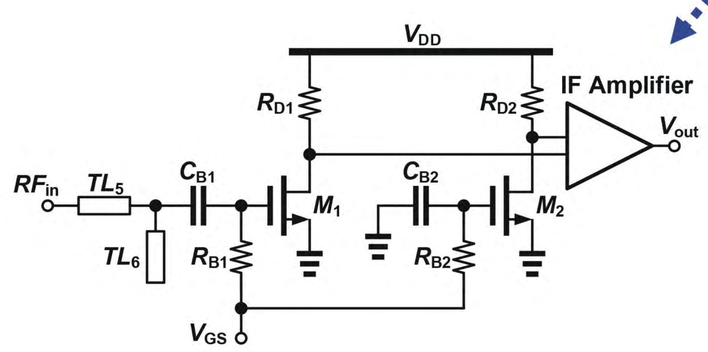

無透鏡太赫茲(THz)成像系統



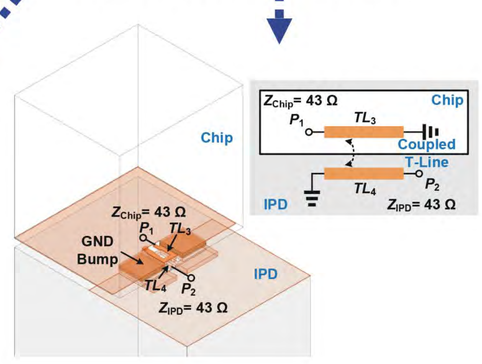

異質整合太赫茲影像器



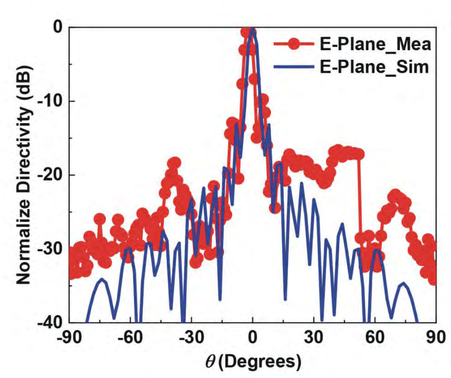

16×16天線陣列模擬之天線增益




太赫茲影像器電路圖




太赫茲低損耗、寬頻連接結構




16×16天線陣列量測之輻射場型

### 研究生活及心得

感謝財團法人中技社的青睞、謝謝各位委員的肯定，讓我獲得此殊榮，很榮幸能獲得中技社科技獎學金。謝謝李俊興教授、巫勇賢教授的指導、栽培，讓我在毫米波/太赫茲領域獲得傑出的成果，發表了許多會議文章、期刊文章。謝謝THz Lab的各位，大家的相處氣氛都很融洽，時常一起運動、休閒、娛樂讓實驗室充滿活力、向心力，擁有一同奮鬥的決心、毅力。未來我會繼續往太赫茲這方面的研究邁進、發展，利用此研究成果之技術用於5G/6G無線通訊系統。

### 參考文獻


Te-Yen Chiu and Chun-Hsing Li, "340-GHz Heterogeneously-Integrated THz Imager with 4°-Beamwidth 16 × 16 IPD Antenna Array for Lensless Terahertz Imaging Applications," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 102195-102206, Jul. 2021.