
Electromagnetic Wave

電磁波簡介

龔至宏

National Yang-Ming University



Intelligent Mechatronic Assistive Devices Lab

1. 電磁波特性

□ 電磁場包含電場、磁場

⇒ 載電導體都會產生環繞導體的磁場

⇒ 電路上任兩點都有電位差形成電場

□ 電路中電場磁場消失 → 理想上能量要回歸電路

⇒ 出自發射機非預期性輻射 → 無線電干擾

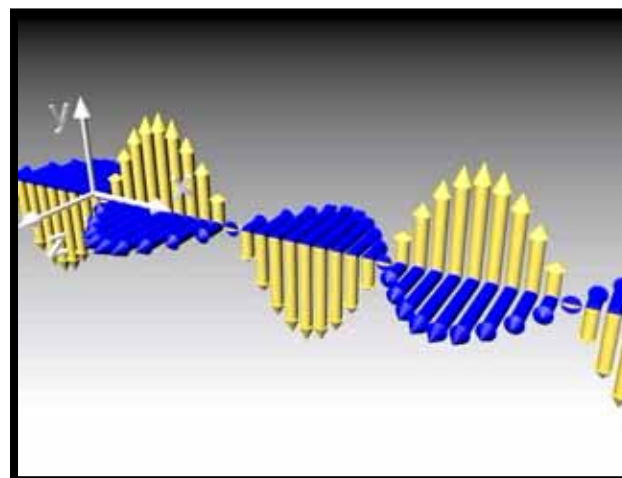
⇒ 其他源頭 → 雜訊or電磁干擾(Electromagnetic Interference EMI)

□ 發射效率來看 → 100% 電磁能量經天線有效釋出 → 不許可的電磁量消失又能重回電路

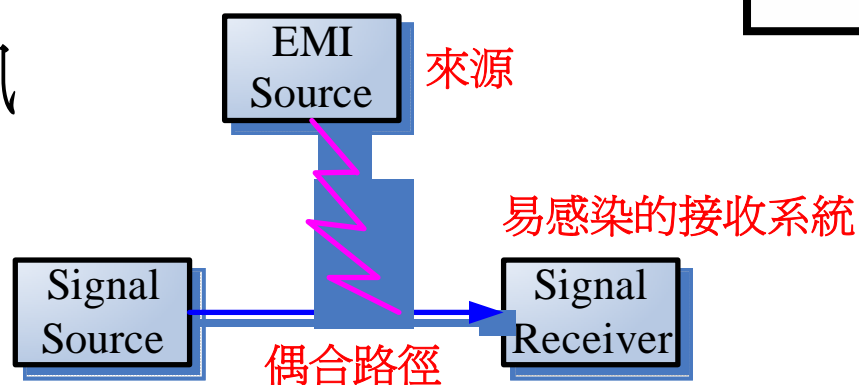


1. 電磁波特性

- 電磁波傳播方向、磁場、電場三者相互垂直



- 雜訊



2.非自由空間傳播

□自由空間→真空或大氣層以上

□反射

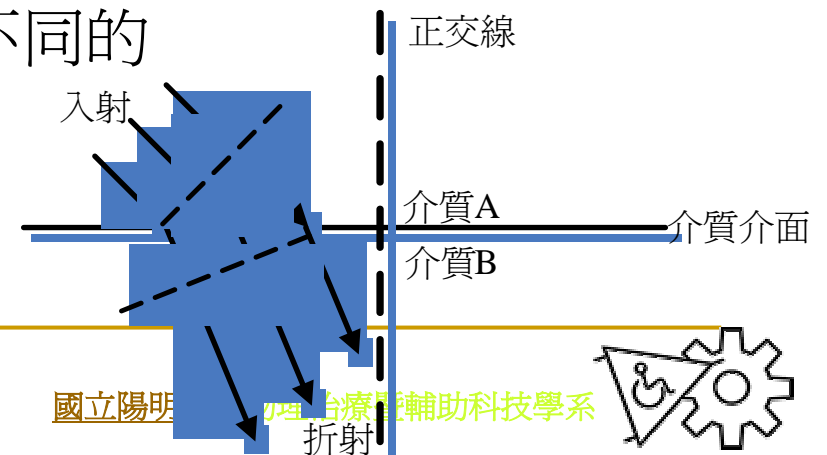
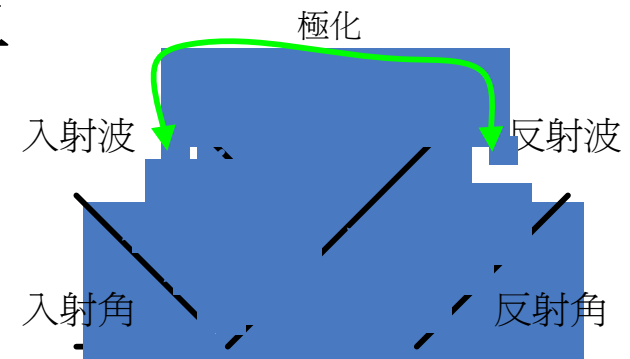
⇒ 無線電波在傳導介質金屬表面或地表

⇒ 全反射－完美導體

⇒ 一般應用反射係數小於1

□折射

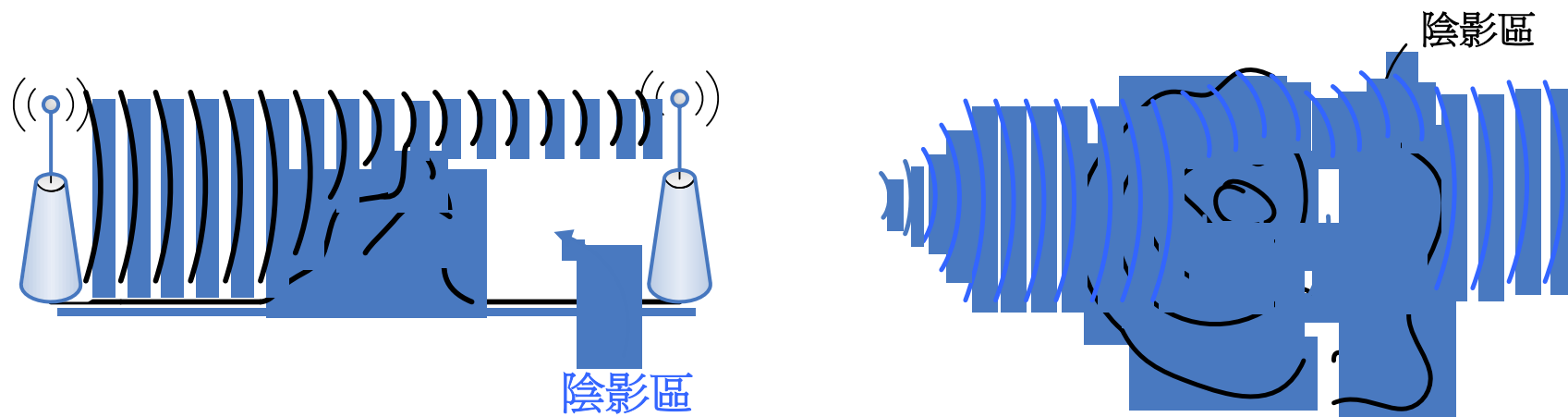
⇒ 斜向前進→A傳播介質進入密度不同的
B傳播介質



2.非自由空間傳播

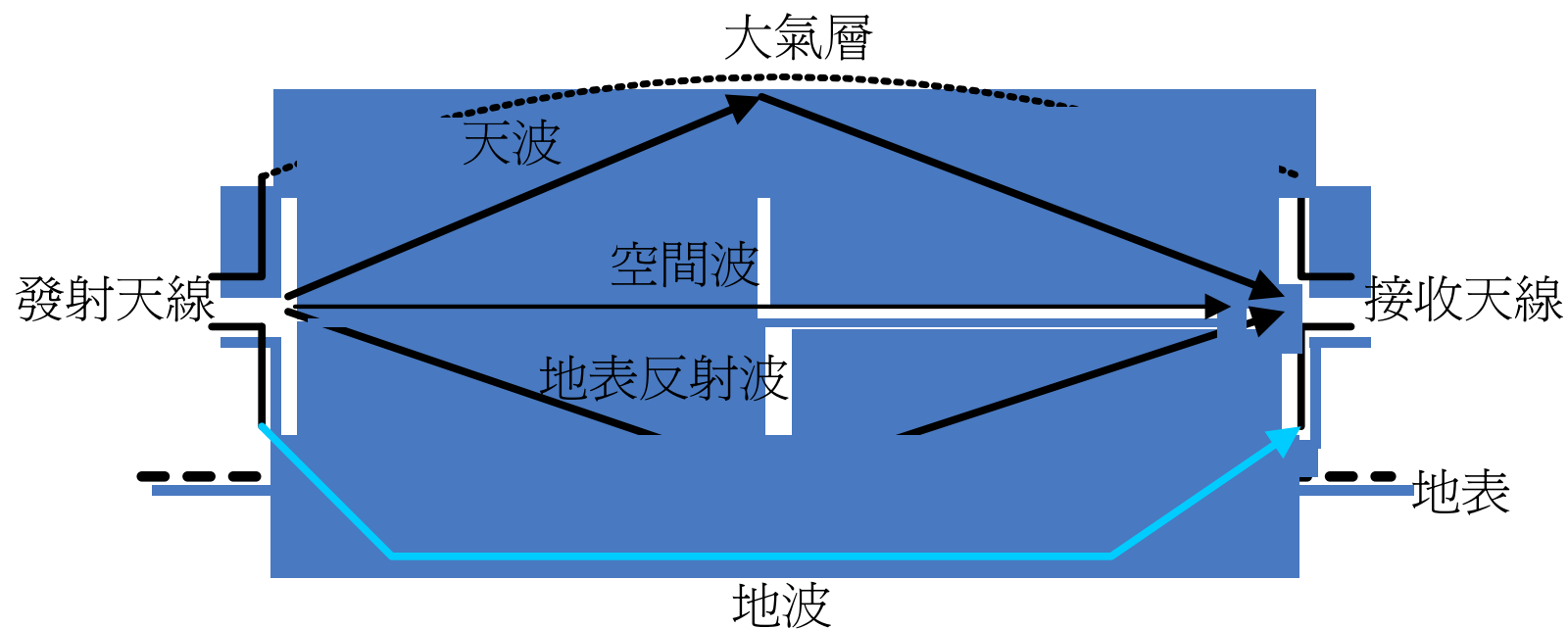
□繞射

- ⇒ 光或電磁波在傳遞途中 繞過障礙物傳輸的現象
- ⇒ 可以來解釋山岳背面或都市大廈無線電接收現象



3. 電磁波傳播模式

地波、空間波、天波



3.電磁波傳播模式

地波、空間波、天波

□地波→電磁波沿著地表傳播

- ⇒ 地球表面特性視為傳輸線(電阻或介質耗損)
- ⇒ 海水(最合適) 乾燥沙漠(不利)
- ⇒ 信號頻率限制於**2MHz**以下
- ⇒ 多用於艦船或艦岸之間的通訊

優缺點

- ✖ 要較高發射功率 能量耗損與地表材質關係甚大
- ✖ **2MHz-15KHz** 限用頻段 導致天線需要甚長
- 不受大氣環境影響

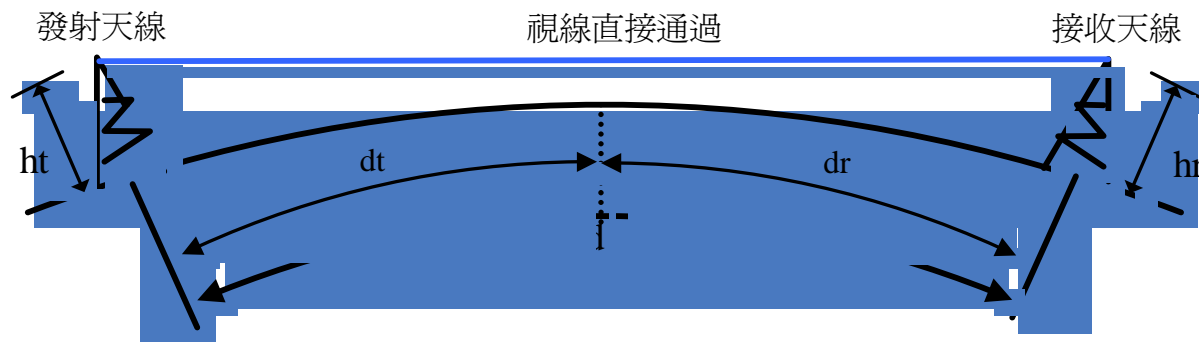


3.電磁波傳播模式

地波、空間波、天波

□空間波

⇒ 視線傳播



$$d = 4\sqrt{h}$$

$$d = dt + dr = 4\sqrt{ht} + 4\sqrt{hr}$$

⇒ 藉由升高天線高度可以提高空間波傳播距離

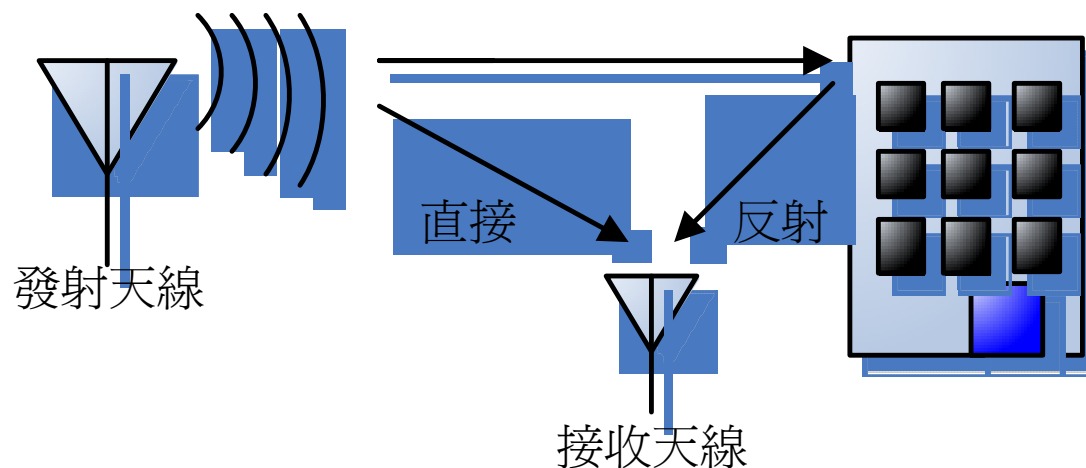


3.電磁波傳播模式

地波、空間波、天波

□空間波

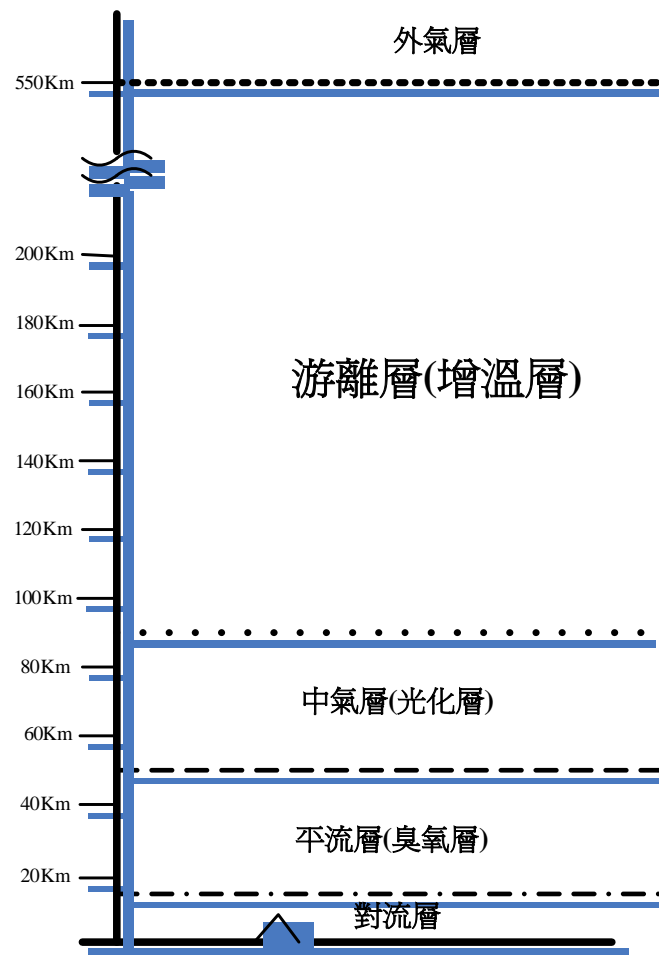
- ⇒ 鬼影干擾－受環境造成繞射與反射
- ⇒ 到達時間的差異



3. 電磁波傳播模式

地波、空間波、天波

- 天波 → 指向天際行進
- ⇒ 電磁波抵達游離層時在折返地球 → 折射
- ⇒ 大器中空氣分子受太陽能量激勵分裂成正負離子 → 反射高頻電磁波
- ⇒ 太陽風 → 大量帶電粒子

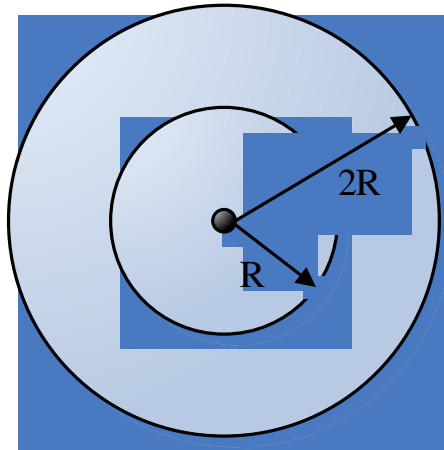


4. 電磁波能量衰減與吸收

□ 衰減

⇒ 逆平方定律

$$p = \frac{P_t}{4\pi r^2} \text{ W / m}^2$$



□ 吸收

⇒ 自由空間無吸收現象

⇒ 大氣原子與分子受電磁波能量轉移引發原子與分子震動 → 溫度上升 → 微波爐原理

⇒ 能量吸收因素 → 頻率10GHz以下不顯著
→ 起霧下雪以及下雨影響



電磁波方向性

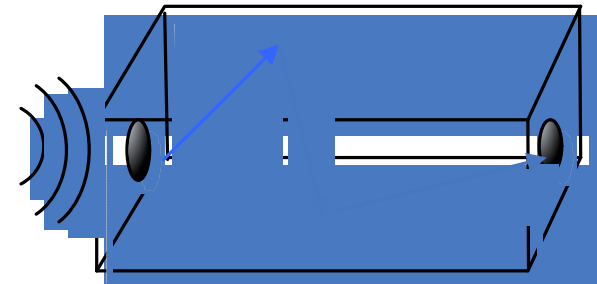
□ 指向性天線 → Best Choose

⇒ 市面上多種商品

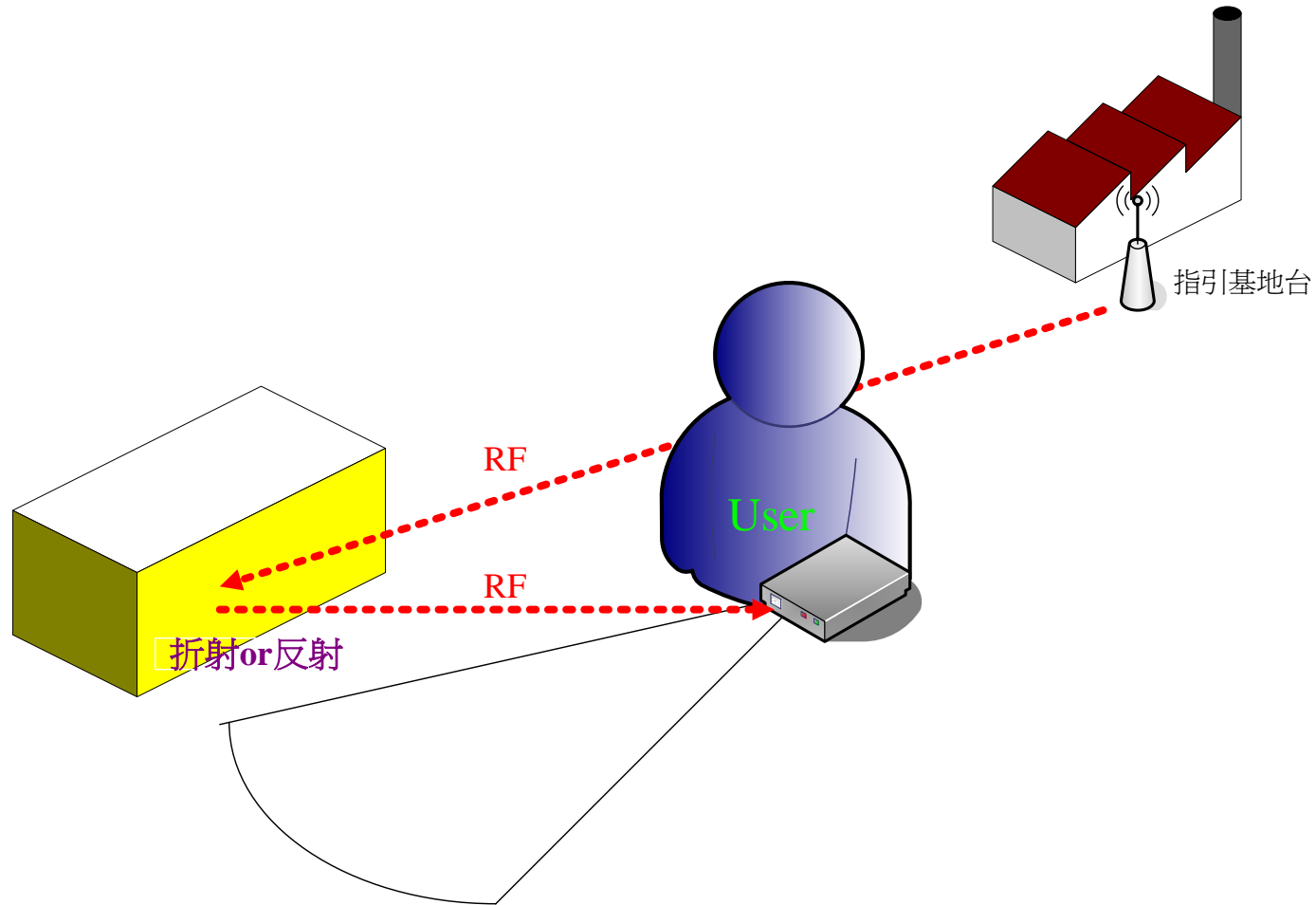
□ 電磁屏蔽 → Our Idea

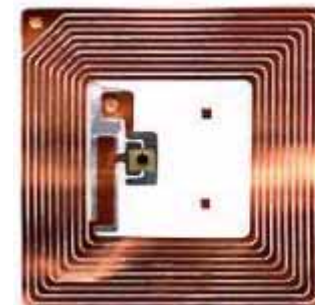
⇒ 高頻短距離導波管應用

⇒ 目前遇到的問題瓶頸 → 室內無線射頻折射、反射



電磁波方向性





Thank for Your Listening

