

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：97140108

※ 申請日期：97.10.20

※IPC 分類：G02B 27/10 (2006.01)

G02B 27/44 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

兆赫波分束器裝置/The beam splitter apparatus of
electromagnetic waves

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學/National Chiao Tung University

代表人：(中文/英文) 吳重雨/Wu, Chung-Yu

住居所或營業所地址：(中文/英文)

300 新竹市大學路 1001 號/1001 Ta Hsueh Road, Hsinchu, Taiwan 300,
R. O. C.

國 籍：(中文/英文) 中華民國/R. O. C.

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 趙如蘋/Ru-Pin Chao

2. 潘犀靈/Ci-Ling Pan

3. 林家任/Chia-Jen Lin

4. 林俊賢/Chuan-Hsien Lin

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國/R. O. C.

2. 中華民國/R. O. C.

3. 中華民國/R. O. C.

4. 中華民國/R. O. C.

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，其事實發生日期為：97 年 6 月 29 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明揭露一種兆赫波分束器，其用以分束一兆赫波成為多個兆赫波。兆赫波分束器包括液晶相位光柵與電壓控制單元。電壓控制單元耦接液晶相位光柵，且提供一控制電壓來改變液晶相位光柵中的液晶分子的排列，使得兆赫波通過液晶相位光柵而分成多個兆赫波。

六、英文發明摘要：

A beam splitter of electromagnetic waves in the terahertz (THz) range is disclosed. The beam splitter includes a liquid crystal phase grating and a voltage control unit. The voltage control unit is coupled to the liquid crystal phase grating and provides a control voltage to change the arrangement of the liquid crystal in the liquid crystal phase grating so that a THz wave can be split to a plurality of THz waves.

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1 兆赫波分束器

5 兆赫波

6 偏振方向

10 液晶相位光柵

20 電壓控制單元

50 入射方向

51 兆赫波之分束

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及一種兆赫波分束器，且特別是涉及一種利用電場控制液晶相位光柵型來達成之兆赫波分束器。

【先前技術】

繞射光柵是由週期性細密條紋所構成的光學元件，構成光柵的條紋可以是元件透光率、厚度或折射率的變化。以厚度或折射率變化製成的光柵稱為相位光柵(Phase Grating)，其光的使用率高，應用領域亦較為廣泛。

繞射光柵的製作一般是以玻璃或塑膠材料作為基板，再設法改變其表面的透光率、表面形狀或折射率。由於塑膠材料具有輕量性、微細加工性以及量產性佳等優點，已被大量應用在 CD 光學讀取頭、CCD Camera 鏡頭、投影電視鏡頭以及 LCD 顯示幕的背光板。此外，繞射光柵亦作光譜儀、或干涉儀等應用上的元件。

近年來，各頻段之電磁波雖皆被廣泛的應用，但由於兆赫波段之發射以及接收元件發展較晚，故兆赫波的發展也相對較晚，因此在兆赫波段之光學元件仍然缺乏，尤其是兆赫波所能通過的繞射光柵更是缺乏。

目前的繞射光柵一般都是應用在可見光的波段上，而不是應用在兆赫波段。若直接將使用在可見光波段的繞射光柵應用在兆赫波段，則可能導致元件無法正確操作。此外，目前的繞射光柵存在製程費用太高、製程技術過於複

雜或在使用上操作較為不方便等缺點。

【發明內容】

本發明提供一種兆赫波分束器，其係利用電場控制液晶相位光柵型來達成，以改善現有技術的缺失。

依據本發明之一特色，提供了一種兆赫波分束器，其用以分束一兆赫波成為多個兆赫波。上述兆赫波分束器包括液晶相位光柵與電壓控制單元。上述液晶相位光柵為多層結構，每一層的液晶相位光柵還包括第一基板與第二基板。第一基板與第二基板形成一容置空間，以容置多個液晶分子。上述電壓控制單元耦接液晶相位光柵，且提供一控制電壓來改變該些液晶分子的排列，使得兆赫波通過該液晶相位光柵而分成多個兆赫波。

本發明的效果為，在使用時，使欲調變之電磁波穿過液晶相位光柵，而後透過改變外加電壓來改變電場大小，即可提供一可調分束比例之分束器，且本發明具製程簡便、製作價格低廉的優點。

為讓本發明的上述特徵和優點能更明顯易懂，下文特舉較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下。

【實施方式】

第 1 圖繪示為本發明較佳實施例之兆赫波分束器的立體結構示意圖。而第 2 圖繪示為本發明較佳實施例之液晶相位光柵單層結構剖視圖。有關本發明較佳實施例之說

明，敬請一併參照第 1 圖與第 2 圖。本實施例所提供之兆赫波分束器 1 包括液晶相位光柵 10 與電壓控制單元 20，其中電壓控制單元 20 耦接液晶相位光柵 10。

在本實施例中，上述液晶相位光柵 10 為多層結構，每一層的液晶相位光柵 10 包括第一基板 1011 與第二基板 1012，且第一基板 1011 與第二基板 1012 形成容置空間 102，以容置(注入)多個液晶分子 105，其中第一基板 1011 與第二基板 1012 之邊緣可利用膠框(圖未示)予以封住。

在第一基板 1011 與第二基板 1012 上分別鍍有導電層 103。上述電壓控制單元 20 分別與每一層的液晶相位光柵 10 中的每一導電層 103 電性連接。例如：對於第一層的液晶相位光柵 10 而言，電壓控制單元 20 的第一端電性連接第一基板 1011 之導電層 103，且電壓控制單元 20 的第二端電性連接第二基板 1012 之導電層 103。

此外，第一基板 1011 與第二基板 1012 之導電層 103 上還旋轉塗佈有配向膜 104，使得液晶分子 105 在無外加電場的情形下，在特定方向排列。

在本實施例中，第一基板 1011 與第二基板 1012 是透光基板，且其較佳材質為石英玻璃，使得一兆赫波 5 可通過第一基板 1011 與第二基板 1012。在本實施例中，導電層 103 為透明電極，其材質例如為氧化銦錫(ITO)。

在本實施例中，液晶分子 105 為 E7 (Merck)，其係為一種高分子濃度的向列型液晶，且包括四種單體液晶分子。此外，本實施例所採用的液晶分子 105 可為正型液晶

或負型液晶。

在本實施例中，電壓控制單元 20 為一電壓供應器，其可依所需提供相對應之電壓至液晶相位光柵 10，進而改變液晶相位光柵 10 內液晶分子 105 的排列。當兆赫波 5 之入射方向 50 和偏振方向 6 如圖 1a 所示，其對應之液晶之折射係數隨外加電壓大小不同而改變，其兆赫波之分束 51 比例也會改變，即提供一可調整分束比例之分束器。

請繼續參閱第 3 圖，第 3 圖為對應第 2 圖之液晶相位光柵單層結構剖視圖，有關其說明，敬請一併參照第 1 圖與第 2 圖。在本實施例中，配向膜 104 是使用摩刷配向，上下配向膜 1014 分別具有一配向方向，且上下配向膜 1014 各別的配向方向為反向平行，使得液晶分子 14 在無外加電場的情形下沿著 x 方向排列，兆赫波 5 的偏振方向 6 為 y 方向，此時液晶折射率為 n_o 。當外加電壓大於臨界電壓 V_{th} 時，液晶分子 5 排列方向由 x 方向逐漸轉向至 y 方向，液晶折射率由 $n_o \rightarrow n_{eff} \rightarrow n_e$ 。

在其他實施例中，配向膜 1014 亦可利用 DMOAP 垂直配向的方法搭配負型液晶的使用。藉此，電壓控制單元 20 所提供的控制電壓便能改變該些液晶分子 105 的排列，使得兆赫波（兆赫光）5 通過液晶相位光柵 10 而分成多束兆赫光，以藉由液晶分子 105 的折射係數的改變，來達到調整分束器分束比例的目的。

本實施例亦有其理論模擬對照，當電磁波通過液晶相位光柵 10 時，其繞射效應可以下式表示：

$$\begin{aligned}
 E_1(\theta) &= \sum_{n=1}^{\text{odd}} \int_{nh}^{(n+1)h} E_0 e^{iky \sin \theta} e^{(n_1 + i\kappa_1)kd} dy, \\
 E_2(\theta) &= \sum_{n=0}^{\text{even}} \int_{nh}^{(n+1)h} E_0 e^{iky \sin \theta} e^{(n_2 + i\kappa_2)kd} dy, \\
 E &= E_1(\theta) + E_2(\theta),
 \end{aligned} \tag{1}$$

其中 θ 為繞射角， d 為液晶層厚度， E_0 為入射電磁波之振幅， $n_1 + i\kappa_1$ 為石英玻璃的折射係數， $n_2 + i\kappa_2$ 為液晶之折射係數。 E_1 為通過石英玻璃之電磁波， E_2 為通過液晶之電磁波， E 為繞射疊加之結果。

第 4 圖為上述理論模擬的結果與實施例之實驗數據對照示意圖，其中縱座標為繞射效率，而橫座標為繞射角，圖中數值點為實際量測點，實線與虛線為理論計算結果。如第 4 圖所示，本實施例與理論結果有很好的對照。在 0.3 THz 時，在繞射角為 30° 可以看到第一繞射極大值，故在 0° 以及 30° 繞射角位置有兆赫波極大值，可將此相位光柵在這兩個位置當做一分束器，當外加電壓改變時，其分光比例也可以改變，此實施例在 0.3 THz 其分光比例可由 10:1 調整至 1:1。

綜上所述，本發明較佳實施例所提供的兆赫波分束器是利用液晶之雙折射性質製作而成，其可提供兆赫波段 (THz, 1THz = 10^{12} Hz) 之各種應用。此外，本發明較佳實施例是透過改變外加電壓來改變電場大小，進而改變液晶分子的折射係數，來提供一可調分束比例之分束器。

雖然本發明已以具體實施例揭露如上，然其僅為了說明本發明的技術內容，而並非將本發明狹義地限定於上述實施例，任何所屬技術領域中具有通常知識者，在不脫離

本發明的精神和範圍內，當可作些許的更動與潤飾，因此本發明的保護範圍當視專利申請範圍所界定者為準。

【圖式簡單說明】

第 1 圖繪示為本發明較佳實施例之兆赫波分束器的立體結構示意圖。

第 2 圖繪示為本發明較佳實施例之液晶相位光柵單層結構剖視圖。

第 3 圖繪示為對應第 2 圖之液晶相位光柵單層結構剖視圖。

第 4 圖繪示為理論模擬的結果與實施例之實驗數據對照示意圖。

【主要元件符號說明】

1 兆赫波分束器

10 液晶相位光柵

1011 第一基板

1012 第二基板

102 容置空間

103 導電層

104 配向膜

105 液晶分子

5 兆赫波

50 入射方向

51 兆赫波之分束

6 偏振方向

20 電壓控制單元

十、申請專利範圍：

- 1、一種利用繞射效應之具有多層結構的兆赫波分束器，至少包含：

多層液晶相位光柵，其中該多層液晶相位光柵之每一層的液晶相位光柵包括：

一第一基板，其中該第一基板鍍有一第一導電層，該第一導電層上塗佈一第一配向膜，該第一配向膜具有一第一配向方向；以及

一第二基板，該第二基板鍍有一第二導電層，該第二導電層上塗佈一第二配向膜，該第二配向膜具有一第二配向方向，該第一配向膜與該第二配向膜為摩擦配向且該第一配向方向與該第二配向方向為一反向平行方向；

該第一基板與該第二基板形成一容置空間，以容置複數個液晶分子；以及

一電壓控制單元，耦接該多層液晶相位光柵，且提供一控制電壓以改變該複數液晶分子的排列。

- 2、如申請專利範圍第1項之兆赫波分束器，其中該繞射效應至少包含：

$$E_1(\theta) = \sum_{n=1}^{odd} \int_{nh}^{(n+1)h} E_0 e^{iky \sin \theta} e^{(n_1 + i\kappa_1)kd} dy,$$

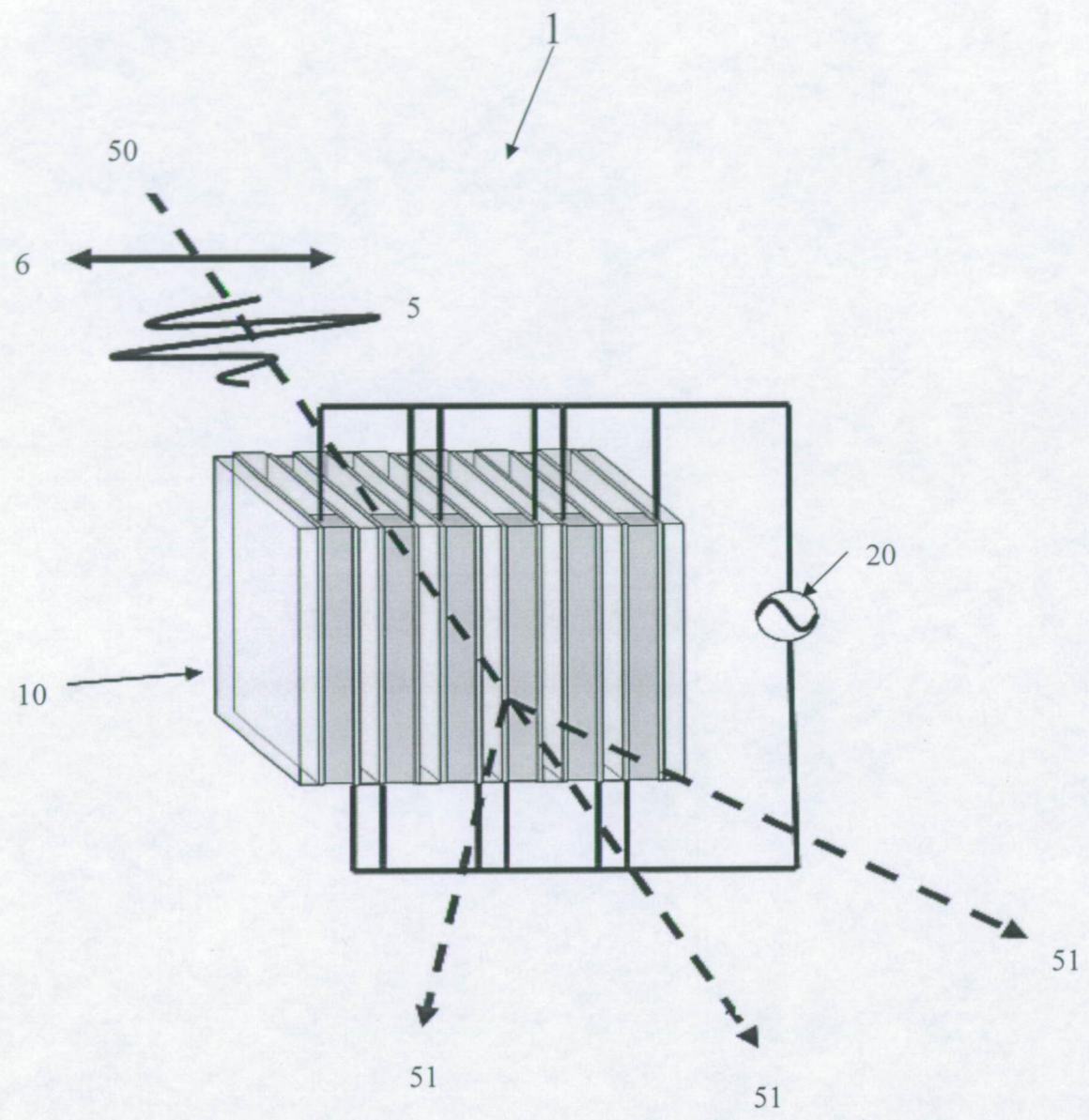
$$E_2(\theta) = \sum_{n=0}^{even} \int_{nh}^{(n+1)h} E_0 e^{iky \sin \theta} e^{(n_2 + i\kappa_2)kd} dy,$$

$$E = E_1(\theta) + E_2(\theta),$$

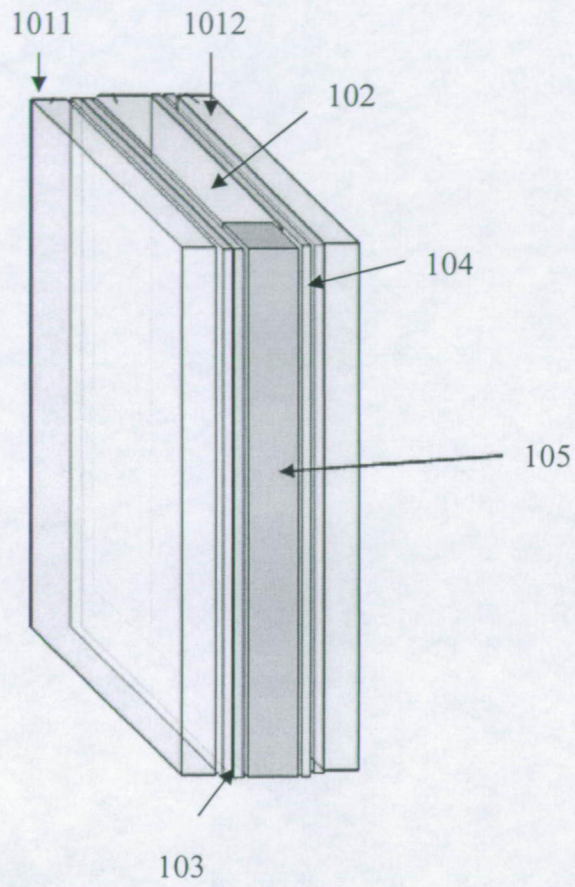
其中 θ 為繞射角， d 為液晶層厚度， E_0 為入射電磁波之振幅， $n_1 + \kappa_1$ 為石英玻璃的折射係數， $n_2 + \kappa_2$ 為液晶之折射

係數。 E_1 為通過石英玻璃之電磁波， E_2 為通過液晶之電磁波， E 為繞射疊加之結果。

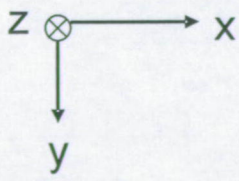
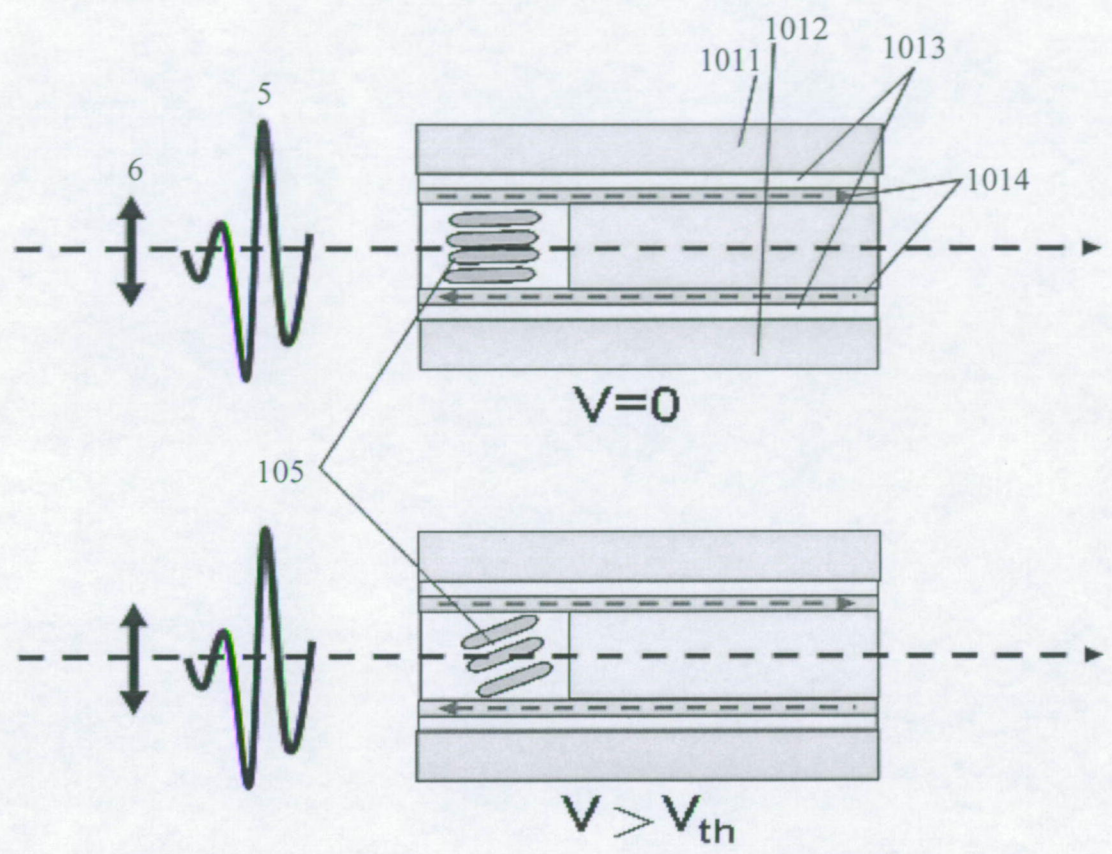
十一、圖式：



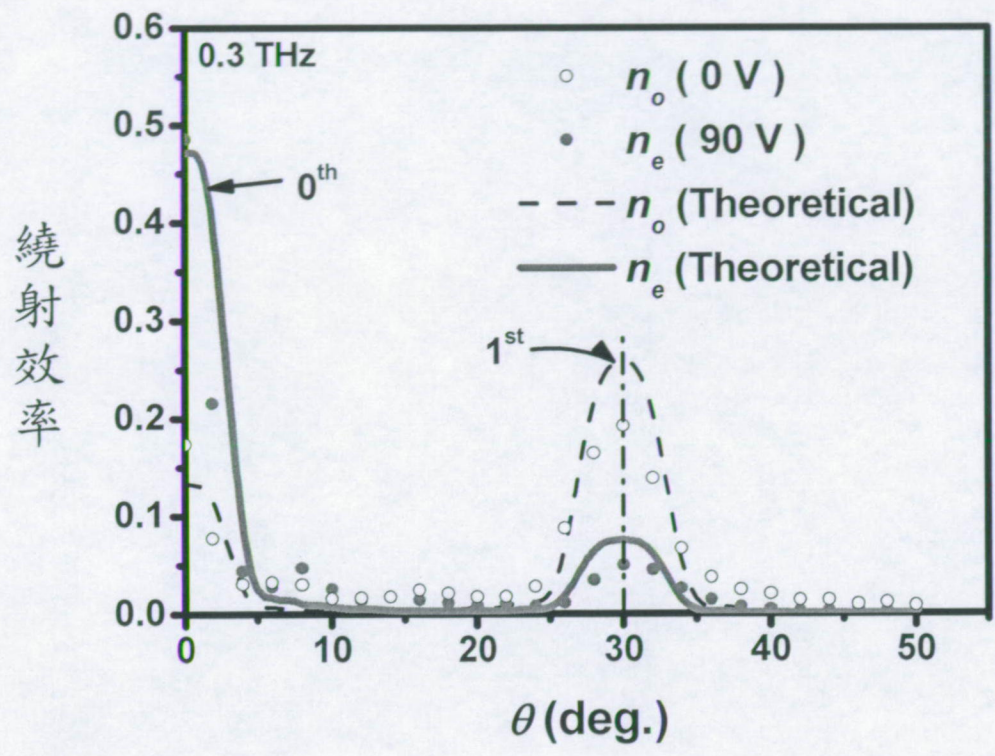
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖