

多重反射形フェイズドアレイによるCO<sub>2</sub>レーザー光の偏向  
DEFLECTION OF CO<sub>2</sub> LASER BEAM USING MUTIREFLECTION-TYPE PHASED ARRAY

松島 朋史 田村 光夫 末田 正  
Tomoshi Matsushima Mitsuo Tamura Tadasu Sueta  
大阪大学 基礎工学部  
FACULTY OF ENGINEERING SCIENCE, OSAKA UNIVERSITY

導波形CO<sub>2</sub>レーザーは小形で高能率であり、CO<sub>2</sub>レーザー光の波長が大気窓となるため、導波形レーザーをフェイズドアレイの放射器としたレーザーレーダへの応用が考えられる。そこで我々は導波形レーザーと多重反射形フェイズドアレイ偏向器を組み合わせたレーザーレーダ及びフェイズドアレイ偏向器の2波長動作による走査範囲の拡大について提案する。

多重反射形フェイズドアレイ偏向器

図1(a)(b)に示すように、全反射ミラーと部分透過ミラーを平行におき、これにレーザー光を入射させ、ミラー間で多重反射を行い、透過光の位相を変えることにより、レーザー光を偏向するものである。

図1(a)では電気光学効果を用いた位相器をミラー間に挿入し、各光ビーム間の位相を電気的に変える。図1(b)では一方のミラーにPZTを取り付け、PZTに電圧を印加することにより、ミラー間隔を変えて、各光ビーム間の位相を変える。

このようにフェイズドアレイを用いて偏向を行う場合、利点として各光ビーム間の位相差を最大 $2\pi$ だけ変化させれば良いため、電気光学効果を用いた位相器を用いる場合には非常に有利となる。

しかし、フェイズドアレイを用いてレーザーレーダとして用いた場合、図2に示すように多数のグレイティングローブが生じるため、同じ偏向角に対して、それぞれのグレイティングローブが偏向され、例えば目標物A, Bに対して同一の偏向角 $\Delta\theta$ が対応し、両者は識別ができなくなる。そのため走査範囲は隣りのグレイティングローブまでに制限され、この場合の分解能は放射ビームの本数となる。そこで走査範囲の拡大を計り、分解能をあげるため、2波長のグレイティングローブを組み合わせる方法が考えられる。

2波長動作による走査範囲の拡大

I) 図3に示すように、目標物Aは波長 $\lambda_1$ に対する偏向角 $\Delta\theta_1$ と $\lambda_2$ の偏向角 $\Delta\phi_1$ 、Bは $\Delta\theta_1$ と $\Delta\phi_2$ の組合せを持ち、両者を識別することができるとはならない。しかしこの場合は目標物は時間的に $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の両波長成分によって同時に照射されるのではなく、その時間差の最大値は次のグレイティングローブまでの走査時間差となる。

II) 照射時間差が問題になる場合には、 $\lambda_1$ 及び $\lambda_2$ に対して別々のアレイを用意し、図4(a)に示すように、まず $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の0次のグレイティングローブ及び走査角速度を一致させ、 $\lambda_1$ の一次のグレイティングローブ

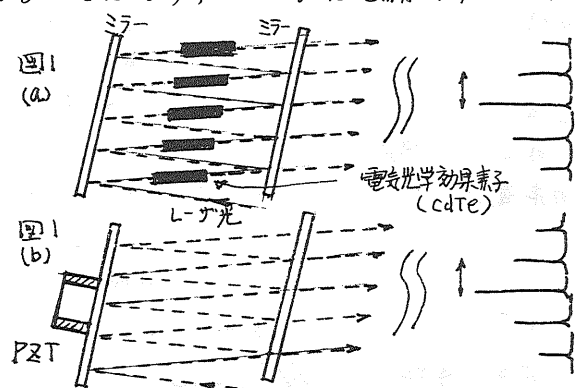


図1 多重反射形フェイズドアレイ偏向器

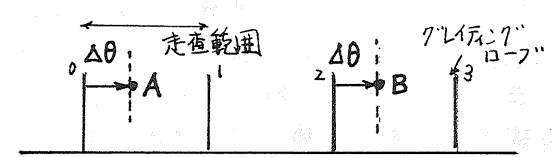


図2 単一波長を用いた場合

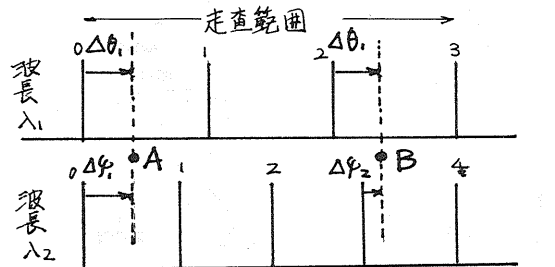


図3 2波長を用いた I)の方法の場合

の位置(走査を行わない時の位置)まで走査を行う。  
次に $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の一次のグレイディングローブを一致させ、 $\lambda_1$ の二次のグレイディングローブの位置まで走査を行う。(図4(b)) このように順次走査を行えば目標物に対して、 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の光ビームが同時に入射することになる。

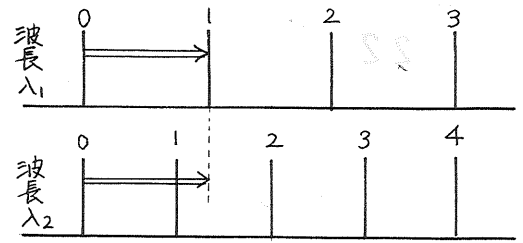


図4(a) IIの方法の場合

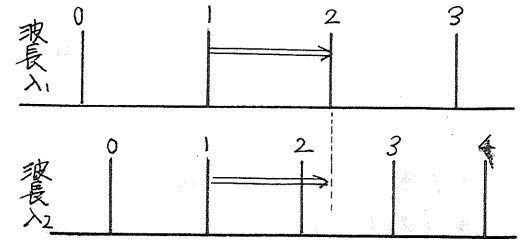
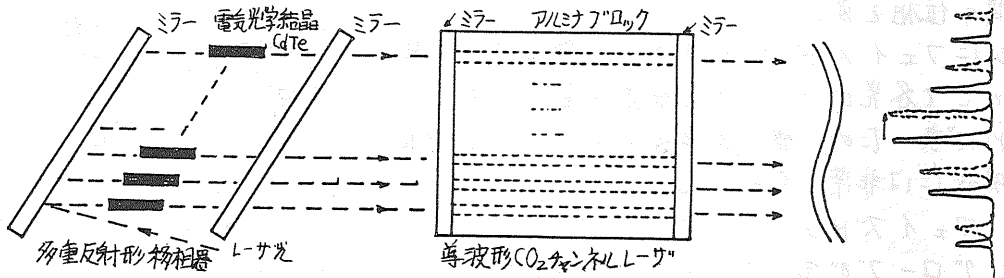


図4(b) IIの方法の場合

このようなスキャニング動作を行うことにより走査範囲は、それぞれの波長のグレイディングローブが一致する位置(図3では $\lambda_1$ の3次のグレイディングローブの位置)まで拡大することが出来る。

**装置の構成** 図5は考えられる装置の構成を示す。電気光学効果素子(CdTe)を用いた多重反射形移相器と導波形CO<sub>2</sub>チャンネルレーザと組合せ、多重反射形移相器からの出力光を各導波形CO<sub>2</sub>チャンネルレーザに入射し、フェイズロックを行う。これにより、多重反射形移相器の出力光と同等の位相差が得られ、導波形CO<sub>2</sub>チャンネルレーザの出力光が偏向されることとなる。ここで用いるチャンネルレーザは、アルミナのブロック構造とすることを考えている。これにより、アレイ素子間の相対的位置が安定であり各素子からの放射光の干渉を利用する本デバイスとしては安定な動作が得られる。このような構成法に於ては、光ビームのパワーは導波形CO<sub>2</sub>レーザアレイによって供給し、ビームの走査はレーザアレイの同期入力側の段階、すなわち小出力の段階で行っている。

図5 装置の構成図



**基礎実験** 図1(b)に示した多重反射形フェイズドアレイ偏向器を用い、ミラーとして全反射ミラーと97%部分透過ミラーを用い、10.6 $\mu$ mと9.6 $\mu$ mの偏向実験を行った。図6は実験系を示し、図7は9.6 $\mu$ mの場合の実験結果を示す。PZTに0, 50, 100, 150Vと電圧を印加するとビームは0.78, 1.5, 2.35 mradと偏向し、これは計算値と良く一致した。10.6 $\mu$ mに於ても同様な結果が得られた。以上、多重反射形フェイズドアレイの動作が確認されたので、導波形CO<sub>2</sub>チャンネルレーザを試作し、偏向実験を行う予定である。

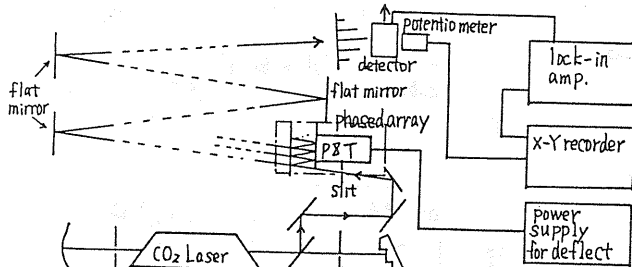


図6 実験系

\* PZT: Piezoelectric transducer

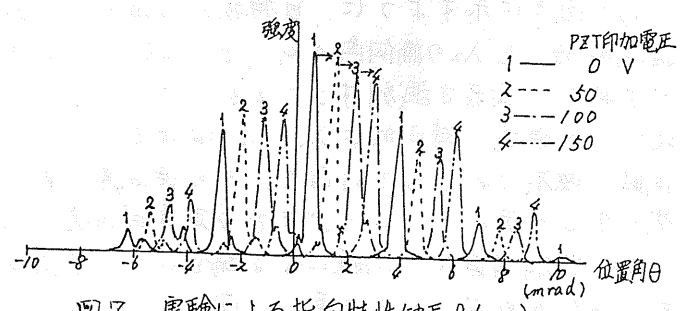


図7 実験による指向特性(波長9.6 $\mu$ m)