

# 自己整合型コヒーレントビーム結合器

米スタンフォード大学ギンツトン研究所 (Ginzton Laboratory) のデイビッド・A・B・ミラー氏はスタンフォードフォトンクス研究センターの共同ディレクターとともに、自己整合型万能ビーム結合器と名付けた装置を作製した。このデバイスは、光検出器と電気制御式のフェイズ・シフタと可変反射器から構成され、外観はさまざまである。これらはいずれも、相互にコヒーレントな(位相と強度は異なる)、単色で、単一モード状の複数のビームを組み合せ、それらを、標準的なグローバル逐次プロセスではなく、斬新な手順を段階的にとり1つの単一モード状ビームに結合する。

最も理解しやすい配置では、このデバイスは横方向にだけ変動するビームを結合するバルク光学系のアセンブリ

として描写できる(図1)。ここで注目すべきは、図に示したセットアップは単一の入力ビームを4分割して、それらを結合しているが、これはまさに4本のビームを容易に結合できることを意味する。

このデバイスは複数のフェイズ・シフタ(P1からP4)、可変ミラー(R1からR3)、および検出器(D1からD3)で構成されている。P1フェイズ・シフタは選択が自由で、出力ビームの位相シフトを必要なときにだけ利用する。

ビーム結合の手順は単純であり、1回で済む。その手順は：1) P4位相の調節によるD3信号の最小化；2) R3反射率の調節によるD3信号の最小化；3) P3位相の調節によるD2信号最小化；4) R2反射率の調節によるD2信号の最小化；5) P2位相の調節によるD1信号の

最小化；6) R1反射率の調節によるD1信号の最小化である。この手順を単純なアナログ系を含む低速エレクトロニクスを使用して(4本の入力ビームの時間変動特性を保存したいときにその都度)実行する。

この手順が完了すると、その結果は、常に、全入力ビームのパワーの全て(光学損失は差し引く)を運ぶ1本の出力ビームになる。

## 複数の直交ビーム

もう1つの配置では、このデバイスは入力アパーチャに入射する追加の平行ビームのセグメントを個々に結合する。ただし、追加のビームは最初の入力ビームセットに直交するものに限定される。

この場合、「直交」は、ビームが空間的に互いに垂直であるという意味ではなく、直交偏光ビームのことでもない。この語はむしろ通信(ファイバ光学やレーダーなど)の世界で使われる方式で定義される。その定義によれば、直交ビームセットとはセット中の1つのビームがそのピーク強度に達したときに、他のすべてのビームが最低の強度(0強度)になるように、異なる割合で変調出来る1セットのことである。この条件がすべてのビームに対して瞬時に成り立つようにすることもできる。

この追加の動作をビーム結合デバイスにおいて実現したいときには、この中間検出器レイがほぼ透明(そのような検出器はシリコン欠陥強化または内部光電子放出検出器という形で存在)でなくてはならないことに留意して、もう1つのコンポーネント層を第一のものに追加する。

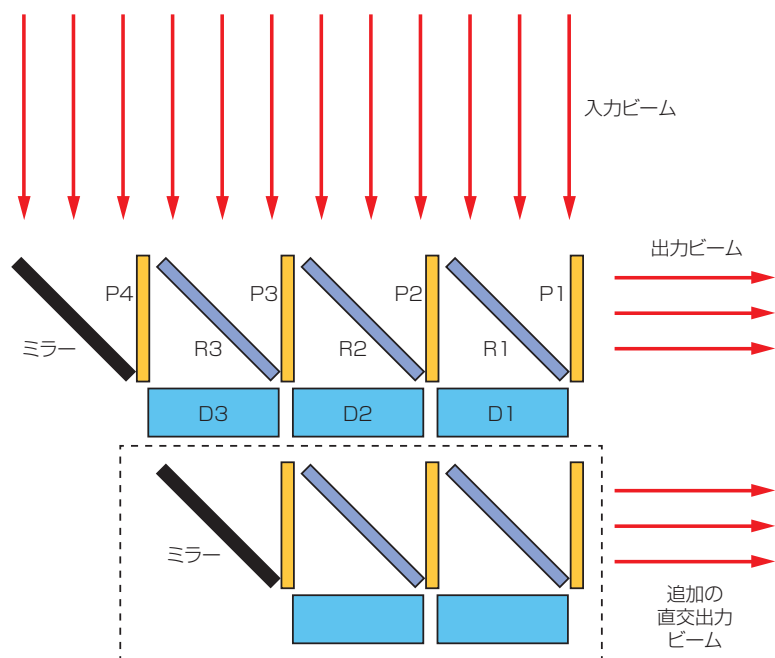


図1 自動調節型の万能ビーム結合器はフェイズ・シフタ(P1からP4)、可変反射器(R1からR3)、および検出器(D1からD3)で構成される。入力に対して直交するビームを追加するときは、追加の光学系セット(点線内)を追加する；このような場合、D1からD3の検出器はほとんど透明でなくてはならない。

直交ビームの性質は、ビームの1つを無損失ビーム結合器で1つの出力モードに結合させたとき、その他のビームがそれと同一の出力モードに結合されることは決してないということだ。結果として、各直交ビーム（またはビームセット）は個々の単一モード出力に分離される。

### 集積光学型

バルク光学系として扱ってきたが、このデバイスは、導波路素子のような集積光学型であれば、製造がはるかに容易になると推定される。この場合、マッハ・ツェンダー干渉計は可調ミラーとフェイズ・シフタの両方の機能を果たしうる。多数の入力ビームは、集積

光学チップ上のバルク光学系の小型レンズアレイを介して、このデバイスに結合され、それから各入力導波路末端の格子結合器へと結合される。

このようなセットアップは、特に、小型レンズと格子結合器の2Dアレイ配置が容易であるならば、2Dアレイ内の非常に多数の入力ビームを使用できるように創ることも容易である。

集積光学バージョンにおける損失の多くは導波路へのビームの結合に起因する。一部の損失は各入力ビームセグメントが実際には均一な位相と強度を持たないという事実によって起きるであろう。

このデバイスの潜在的用途には、複雑なビームモードの単一モードファイ

バへの結合や1つのビームの1つのファイバへの結合などがある。たとえば、絶えず移動している光源の下で、単一の大きな入力ビーム（結合器によってセグメントに分離）がミスアラインメントまたはデフォーカスを起こしたときなどに役立つ。

この自己整合型万能ビーム結合器の使用にあたり重要なことは、短くて覚えやすい名前であろう。頭文字SAUBCは人の心を惹きそうにない。おそらく、それは自己整合型万能ビーム結合器エフェクター（SAUCE）ではないか。

（John Wallace）

#### 参考文献

(1) D.A.B. Miller, Opt. Exp., 21, 5, 6360 (Mar. 11, 2013).

LFWJ

**LaserFocusWorld**  
J A P A N

Q e-DMプログラムを  
ご存じですか？

A こんなご要望に  
お応えできます。

Laser Focus World Japanのe-DMプログラムなら、業種・職種・購買関与製品・担当製品など、ご希望の対象者に限定してメール配信を行うことが可能です。弊誌読者の皆さまは、レーザー／フォトニクス／オプトエレクトロニクス応用技術／製品の開発、研究、マーケティングなどに携わっている方だけ。光産業に特化した専門誌ならではの広告プログラムです。

- 既存顧客以外に新製品DMを送りたい
- 技術者限定でセミナー告知を行いたい
- 人材募集を行いたい
- 研究者対象の製品アンケートを実施したい
- 製品カタログを送りたい

e-DM 広告掲載料金（税抜）

● データ使用料+配信料 @100円 \*セグメント1項目につき +@10円

お問い合わせ・お申し込みは…

株式会社イーエクスプレス  
〒141-0022 東京都品川区東五反田 1-10-7

Tel: 03-6721-9890 Fax: 03-6721-9891  
Email: lfwj@lfw-japan.jp