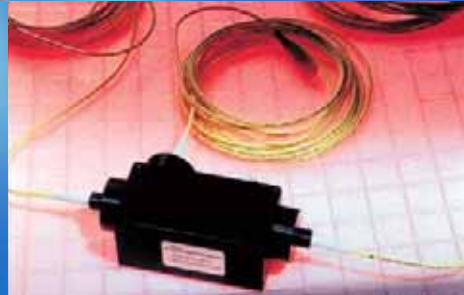
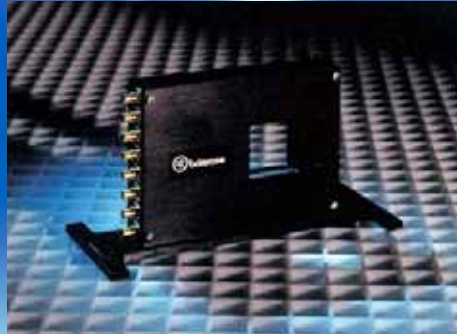


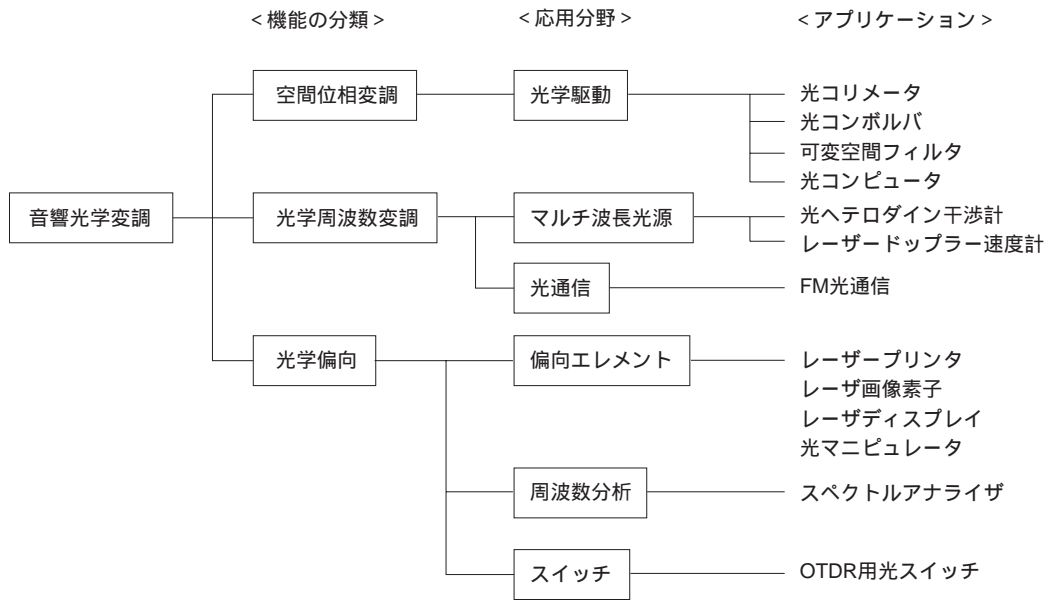
総合カタログ

# OPTOSCIENCE



光技術をサポートする  
株式会社オプトサイエンス  
<http://www.optoscience.com>

# AO素子のアプリケーション別分野



## 語句説明

AOBD	AOビームデフレクター
D	スキャニング光学アパーチャー アパーチャー幅Dに対するコリメートレーザーの広がり
	光の波長 (m)
N	40%強度のクロスオーバーポイントでの分解可能スポット全数
	全スキャン角 (deg)
Fa	全バンド幅 (MHz)
T	アパーチャー時間 (秒)
Va	音響速度 (m/秒)
p	レーザー光のTruncationファクター
W	1/e強度点での集光ビーム径
a	ビームに関するパラメーター
FL	レンズの焦点距離 (m)
Dfa/dt	FM速度
M2	音響性能指数
Pac	音響パワー (W)
	変調ビームの立ち上がり時間 (秒)
DIA	レーザービーム径
MTF	変調変換機能
f m	変調周波数
fo	特性周波数
Imax	最大強度
Imin	最少強度
CR	コントラスト比
V coat	狭帯域ARコート
b	ブラッグ角
	2 b=偏向角度
fa	音響周波数 (MHz)
	変調器の回折効率
L	相互作用の長さ
H	トランスデューサの高さ

# もくじ

1 .	はじめに	3
2 .	Acoust-Opticsのご紹介	5
2-1.	Background	
2-2.	音響光学材選択	
2-3.	音響光学素子の構造	
2-4.	ARコーティング	
2-5.	アプリケーション	
2-6.	デジタル変調とレーザビームシャッター	
2-7.	アナログ調整	
2-8.	DCコントラスト比	
2-9.	変調トランスファ関数	
2-10.	周波数ドライバーの構造	
2-11.	AOBD光学ドライバーシステム	
2-12.	AOBD設計の公式	
2-13.	光スキャン分解能	
2-14.	スキャンフライバック時間	
2-15.	シリンドリカルレンズ効果	
3 .	変調器(AOM : Acoust Optical Modulators)	11
3-1.	Introduction	
3-2.	AMMシリーズ ( Amtir ) : 1-2.5 $\mu$ m	
3-3.	FOMシリーズ ( Fused Quartz ) : 0.2-1.3 $\mu$ m	
3-4.	GEMシリーズ ( Ge ) : 2-11 $\mu$ m	
3-5.	GPMシリーズ ( GaP ) : 0.2-1.3 $\mu$ m	
3-6.	IPMシリーズ ( InP ) : 1.15-1.60 $\mu$ m	
3-7.	TEMシリーズ ( TeO <sub>2</sub> ) : 0.38-1.6 $\mu$ m	
3-8.	AOM光学アッセンブリ	
3-9.	変調器ドライバー	
4 .	偏向器 ( AOD:AO DEFLECTORS )	17
4-1.	Introduction	
4-2.	GEDシリーズ ( Ge ) : 3.0-1.2 $\mu$ m	
4-3.	GPDシリーズ ( GaP ) : 590-1000nm	
4-4.	GPDシリーズ ( セルフコリメートモード ) : 590-1000nm	
4-5.	IPDシリーズ ( InP ) : 1000-1600nm	
4-6.	LNDシリーズ ( LiNbO <sub>3</sub> ) : 630 & 830nm	
4-7.	TEDシリーズ ( TeO <sub>2</sub> Slow Shearタイプ ) : 400-840nm	
4-8.	TEDシリーズ ( TeO <sub>2</sub> ) : 400-840nm	
4-9.	2D偏向器	
4-10.	2D-TEDシリーズ ( TeO <sub>2</sub> ) : 440-1550nm	
5 .	AO周波数シフター ( AOF:AO Frequency Shifter )	21
5-1.	Introduction	
5-2.	AMFシリーズ ( Amtir ) : 1000-2200nm	
5-3.	GEFシリーズ ( Ge ) : 2.0-1.2 $\mu$ m	
5-4.	GPFシリーズ ( GaP ) : 590-1000nm	
5-5.	LNFシリーズ ( LiNbO <sub>2</sub> ) : 830nm	
5-6.	QZFシリーズ ( Single Crystal Quartz ) : 200-4500nm	
5-7.	FGFシリーズ ( Flint Glass ) : 380-1000nm	
5-8.	IPFシリーズ ( InP ) : 1000-1600nm	
5-9.	TEFシリーズ ( TeO <sub>2</sub> ) : 400-840nm	
6 .	マルチチャンネルデバイス	23
6-1.	Introduction	
6-2.	MGPDシリーズ ( GaP偏向器 ) : 590-1000nm	
6-3.	MTEDシリーズ ( TeO <sub>2</sub> 偏向器 ) : 400-840nm	
7 .	チューナブルフィルター ( AOTF:AO Tunable Fliter )	25
7-1.	Introduction	
7-2.	紫外-可視用AOTF	
7-3.	可視用イメージングAOTF	
7-4.	赤外用AOTF	
7-5.	赤外用高分解能AOTF	
7-6.	ラマン分光用高分解能AOTF	
7-7.	AOTFコントローラー	
7-8.	-DDSコントローラー ( Direct Digital RF Synthesizer for IBM Compatible PC )	
7-9.	-PPSコントローラー ( PC controlied AOTF driver )	
7-10.	-SPSコントローラー ( PC controlied AOTF driver )	
7-11.	-VCOコントローラー ( Voltage controlled AOTF driver )	
8 .	AOTF画像分光	31
8-1.	Introduction	
8-2.	顕微鏡ビデオアダプター-MIM-100	
8-3.	カメラビデオアダプター-CVA-100	
8-4.	望遠鏡ビデオアダプター-TVA-100	
8-5.	チューナブル光源-TLS-100	
9 .	AO Qスイッチ ( AOQ-SWITCH )	37
9-1.	Introsction	
9-2.	FSQシリーズ ( SiO <sub>2</sub> 、プリユスターカット )	
9-3.	周波数ドライバー	
9-4.	TEQシリーズ ( TeO <sub>2</sub> )	
9-5.	周波数ドライバー	

10 .	AOモードロッカー ( AO Mode Lockers )	- - -	39
10-1.	Introduction		
10-2.	FSMLシリーズ (コード無熔融石英)		
10-3.	可変周波数ドライバー		
10-4.	FSMLシリーズ (コード付熔融石英)		
10-5.	可変周波数ドライバー		
11 .	AOキャビティータンパー ( AO Cavity Dumper )	- - - - -	43
11-1.	Introduction		
11-2.	TECDシリーズ ( TeO <sub>2</sub> )		
11-3.	固定周波数ドライバー		
11-4.	FSCDシリーズ ( SiO <sub>2</sub> )		
11-5.	固定周波数ドライバー		
12 .	ファイバー付AO素子	- - - - -	45
12-1.	ファイバーピグテイルAO変調器		
12-2.	ファイバーピグテイル型AO周波数シフター		
12-3.	ファイバーピグテイル型AOTF		
13 .	RF DRIVERS	- - - - -	57
13-1.	BACKGROUND		
13-2.	ドライバーのパラメーターについて		
13-3.	2チャンネルドライバー		
13-4.	偏向器		
13-5.	周波数シフター		
13-6.	スキャナー		
13-7.	モードロッカー		
13-8.	ご発注について		

# 1. はじめに

Brimrose Corporation of Americaは、アメリカ合衆国メリーランド州ボルチモアを本拠地としています。社員の25%を博士号取得の一流研究者が占め、常に時代の最先端技術に挑戦する躍動的企業です。音響光学素子のパイオニアとしては世界の一流研究者の間でも名高く、その製品のバリエーションの多さ、性能の高さは最高のものであると評判を得ております。

日本総代理店である株式会社オプトサイエンスは、このBrimroseの優れた技術製品を、自信を持って日本の光エレクトロニクスの分野だけでなく、バイオ・化学分野にも広く紹介していきたいと考えております。

本カタログは、Brimroseの製作した英文カタログを日本のお客様向けに、翻訳、編集したものです。カタログ中にある製品および技術に関しましては、ご質問、特注品等のご要望に至るまで、弊社のセールスエンジニアが随時承りますのでお気軽にお問い合わせ下さい。



## 2. Acoust-Optics

### 2-1. Background

音響光学素子は、レーザ装置内などで強度変調あるいはビーム位置の電氣的制御のために広く使われています。ある媒体内にレーザ光線と音響波が存在するとき、すべての光学媒体において音響光学効果が起こります。音響波が光学媒体中に入ると、正弦グレーティングのように作用するある屈折率を持った波が生じます。入射レーザ光はこのグレーティングを通過するとき、いくつかのオーダーに回折されます。適切に素子を設計すれば、第1次回折光線に最大効率を持たせることができます。この光線の偏向角度は音響周波数に対して比例するため、従って、高い周波数ほど偏向角度は大きくなります（下式参照）。

$$\theta = \frac{\lambda \cdot f_a}{V_a} \dots\dots\dots(1)$$

=0オーダー光線と1次光線間の角度

=空気中の光波長

f<sub>a</sub>=音響波周波数

V<sub>a</sub>=音響波速度

図1には、音響波とレーザビームの角度関係を示しています。回折光（偏向光）の強度は、音響波パワー（P<sub>ac</sub>）と、材質の性能示数（M<sub>2</sub>）幾何学的ファクタ（L/H）に比例し、波長の二乗に反比例します（下式参照）。

$$diff. eff. = \eta = \sin^2 \left( \frac{\pi}{\lambda} \left( \frac{M_2 \cdot P_{ac} \cdot L}{2 \cdot H} \right) \right)^{1/2} \dots\dots (2)$$

音響光学素子では、ビームの偏向と強度変調が同時に可能です。加えて、レーザビーム周波数は、音響周波数と同じだけシフトします。この周波数シフトは、ヘテロダインのアプリケーションに使用できます。

### 2-2. 音響光学材選択

様々な音響光学媒体の選択は、波長（光学透過範囲）偏光、パワー密度などのレーザパラメーターにより決定します。表1はBrimroseで最も使われている媒体の概要です。可視および近赤外領域では、AOMは主にガリウムリン（Brimroseが最初に開発）二酸化テルル、インジウムリン（Brimroseが最初に開発）カルコゲナイトガラス（Brimroseが最初に開発）水晶単結晶（Brimroseが最初に開発）あるいは熔融石英が使用されます。赤外領域では、ゲルマニウムが、変調器としては比較的性能示数が高いということで唯一商品化されています。リチウムナイオベート、インジウムリンおよびガリウムリンは、高周波数（GHz）の信号処理用素子として使用されています。

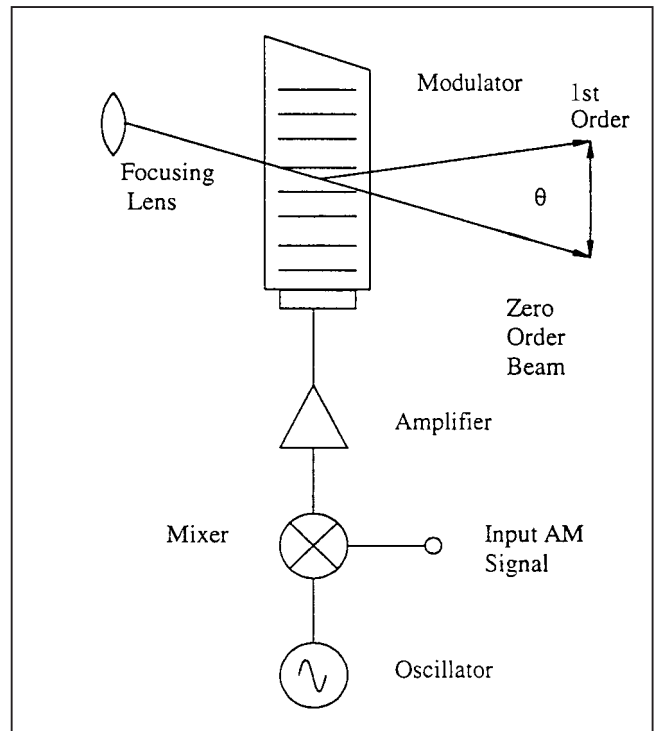


図1. 回折ビームの角度位置

### 2-3. 音響光学素子の構造

ひとたび音響光学媒体が選ばれると、その媒体は光学研磨され、リチウムナイオベートトランスデューサが最先端技術を用いて金属圧縮接着されます。Brimroseでの金属接着技術は、エポキシ接着よりも非常に優れた音響カップリング性があります。非常に高性能な金属接着剤のみ使用されています。トランスデューサには、1GHzレベルの搬送周波数までが入力できます。

### 2-4. ARコーティング

AO変調器には多層ブロードバンドあるいは"V" ARコーティングを施すことができます。通常ロス外部共振器で2-3%内部共振器で0.2%です。

### 2-5. アプリケーション

音響光学変調器はレーザビームをアナログあるいはデジタル変調します。例えばクローズドループ制御されたレーザシステムは、レーザ光出力の制御にAOMを使用しています。光の周波数シフトを起こし、距離や速度を精度よく測定するヘテロダインのアプリケーションもあります。

内部共振器AOMは、多くのアプリケーションがある高出力レーザパルスをつくり出します。CW励起のNd:YAGレーザは、40-200nsecのパルス幅の、10KW以上のパルス出力を出します。繰り返しは50KHzです。キャパティダンプArとNd:YAGレーザは、繰り返しが最大1MHzあります。Arレーザのピークパワー

表1. 音響光学媒体の特徴

材質	波長範囲	偏光	最大CW レーザーパワー (W/mm <sup>2</sup> )	屈折率	音響モード	音響速度 (km/sec)	性能指数 x10 <sup>-16</sup> m <sup>2</sup> /W	型番
カルコゲナイトガラス	1.0-2.2	ランダム	0.5	2.7	L	2.52	164	AMM-0-0
フリントガラスSF6	0.45-2.0	ランダム	100	1.8	L	3.51	8	FGM-0-0
熔融石英	0.2-4.5	直線	>100	1.46	L	5.96	1.56	FQM-0-0
ガリウムリン	0.59-10.0	直線	5	3.3	L	6.3	44	GPM-0-0
ゲルマニウム	2.0-12.0	直線	2.5	4.0	L	5.5	180	GEM-0-0
インジウムリン	1.0-1.6	直線	5	3.3	L	5.1	80	IPM-0-0
リチウムナイオベート	0.6-4.5	直線	0.5	2.2	L	6.6	7	LNM-0-0
リチウムナイオベート	0.6-4.5	直線	0.5	2.2	S	3.6	15	LNM-0-0
二酸化テルル	0.4-5.0	ランダム	5	2.25	L	0.62	34	TEM-0-0
二酸化テルル	0.4-5.0	円	5	2.25	S	5.5	1000	TEM-0-0

は、15nsecのパルス幅で約100Wです。モードロッカーレーザーは非常に狭いパルスをつくり出せます。最高36psec、80MHzの繰り返しのNd:YAGレーザーが可能です。我々の担当者が、AOMシステムに関する技術的問い合わせに対応します。

2-6. デジタル変調とレーザービームシャッター

AOMは、レーザービームを外部TTL信号により " ON " と " OFF " にシャッターする事に使われます。TTL信号はコンピューター操作が簡単です。on-off信号をサポートするために、AOMの立ち上がり時間はデジタル波形の伝搬に伴わなくてはなりません。AOMの立ち上がり、立ち下がり時間の限界は音響波がビームを伝搬する時間です。立ち上がり時間は下記の通りです。

$$\tau = \frac{DIA}{1.5Va} \dots\dots\dots (3)$$

通常、1mmのレーザービームの時の立ち上がりは約150nsecです。より早い立ち上がり時間を得るために、ビームを絞った伝搬時間を少なくする必要があります。ビームを絞ったAOMのセットアップ図を図1.に示します。入射ビームはコリメートされずに拡がりを持っているため、回折効率率はビーム拡がり角により低くなり、音響ビームの拡がり角は増加します。広帯域AOMについて御興味がある方は、Ref9.を参考にしてください。

標準的なAOMの立ち上がり時間とスポットサイズのプロットを、図2に示します。

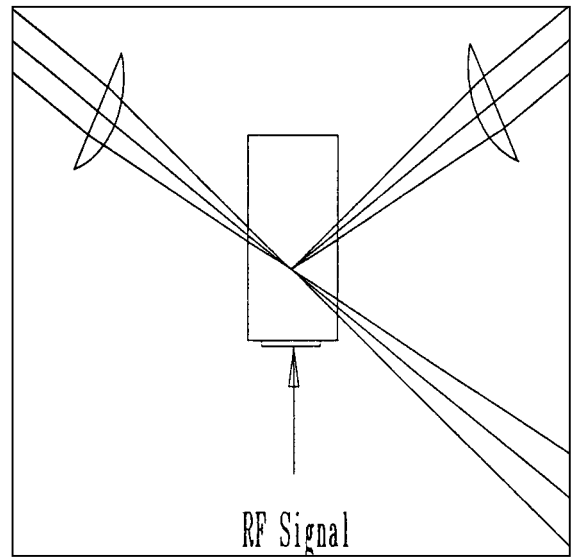


図2. AO変調器の集光幾何学図

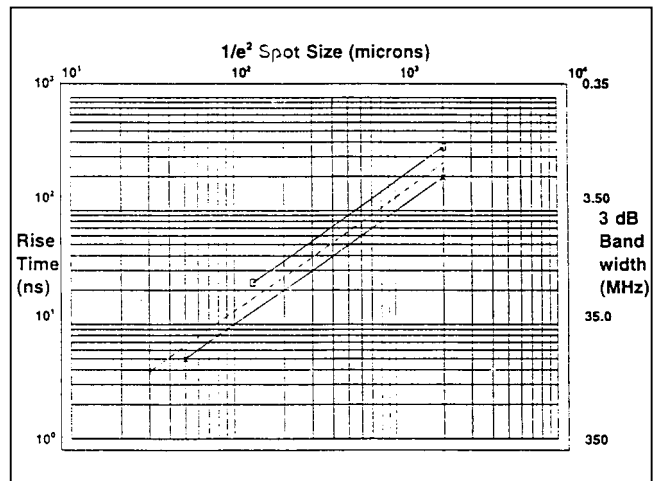


図3. 立ち上がり時間とスポットサイズ  
( x 熔融石英、+ 二酸化テルル、 SF6 )



## 2-7. アナログ変調

AO変調器は非線形トランスファ関数を持ちます：従って、アナログ変調システムとして使用する場合は注意が必要です。変換関数を特徴化し、50オームインピーダンスの入力ドライブポート内へ適切な電圧を供給することが最も単純な制御です。正弦変調には、トランスファ関数の線形領域の作動ポイントへバイアスを移動することが必要とされ、多くの場合適切な立ち上がり時間を確保するためにビームを絞る必要があります。

変調トランスファ関数 (MTF) は次式の通りです。

$$MTF = \exp\left[-\left(\frac{f_m}{1.2 \cdot f_0}\right)^2\right]; f_0 = \frac{0.35}{T_r} \dots\dots\dots(4)$$

$f_m$ は変調周波数です。典型的なMTFを図4に示します。ビデオ帯域幅は、MTFが0.5まで下落する周波数範囲 $f_m$ により定義されます。ある $f_m$ での変調コントラスト比は以下の式から算出されます。

$$CR(f_m) = \frac{1 + MTF(f_m)}{1 - MTF(f_m)} \dots\dots\dots(5)$$

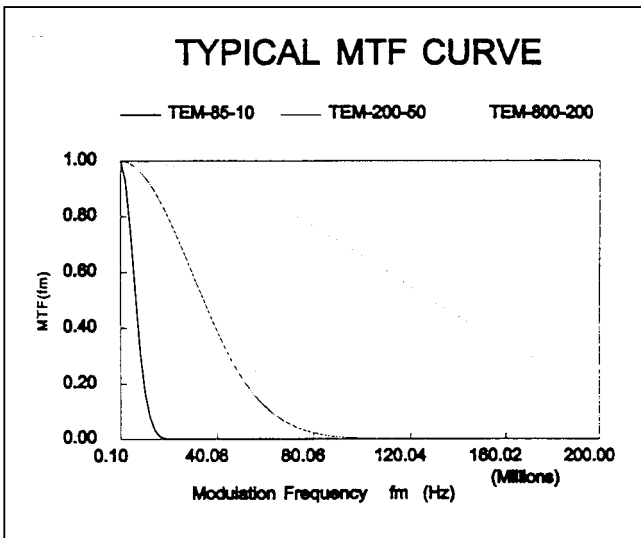


図4. TeO<sub>2</sub>の一般的なMTF

## 2-8. DCコントラスト比

ダイナミックコントラスト比は、変調周波数の増加により減少し、変調器の周波数応答は駆動中に劣化します。

DCコントラスト比は次式で定義されます。

$$CR = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} \dots\dots\dots(6)$$

$I_{\max}$  = 測定最大レーザ強度であり、 $I_{\min}$  = 1次光に対する測定最小レーザ強度です。DCの場合、 $I_{\min}$ とは光の分散と変調器の駆動RFの漏出による光の変調です。最適コントラスト比を得るために $I_{\max}$ は最適でなければなりません。通常DCコン

トラスト比は、500~1000の間の値です。

## 2-9. 変調トランスファ関数

レーザ偏向あるいはスキャニングを全域で行うとき、MTFあるいはコントラスト比を考慮する必要があります。パラメータ“ $p$ ”で表すAOBDで発されるレーザビームの円錐比です。

$$p = \frac{D}{W} \dots\dots\dots(7)$$

$W$ は $1/e^2$ 強度点でのレーザビーム径で、 $D$ は光学アパーチャです。MTFは、図3に示されています。例えば、 $p=0$  (整った発光)とMTF0.5では、ラインごとの最大サイクル数は  $F_{ax} \times T/2$ と等しくなります。 $p=1$ では、強度はアパーチャエンドでの $1/e^2$ まで下がります。ラインごとのサイクル分解能は、 $F_{ax} \times T/2.1$ 程度です。

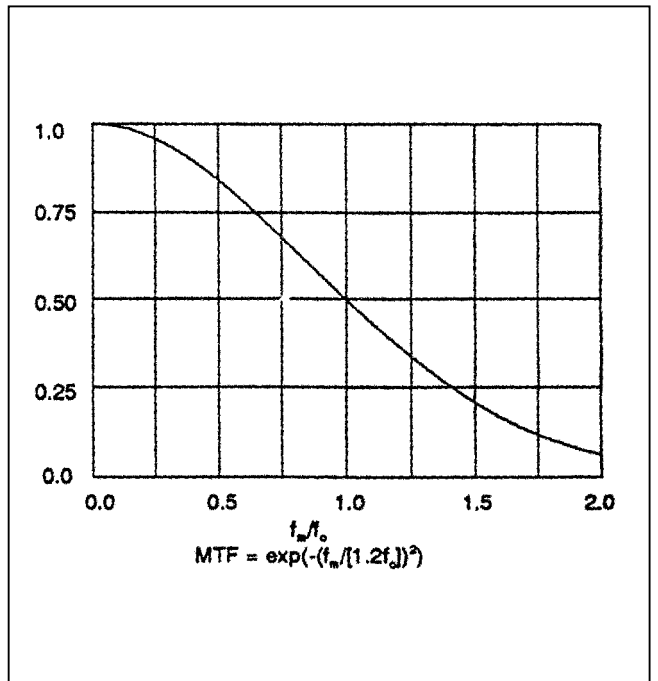


図5. 変調変換機能

## 2-10. 周波数ドライバーの構造

RFドライバーは通常、入力調整が可能なインターフェイスをもつRF振動子及び振幅変調器、及びAOMを作動するRFアンプから構成されます。カタログ内に、詳しい変調器/ドライバーシステムの駆動の様子が記述されています。

## 2-11. AOBD光学ドライバーシステム

AOBDとドライバーのシステム図を図4に示しました。AOBDで特徴的なのは、アパーチャサイズ (高さH、幅D) です。設計上、アパーチャ幅は通常高さよりも大きくなります。従って、入力および出力レーザビームは、シリンドリカルレンズを使い

円形から長方形に変換してAODに入力し、出力側も同様に長方形から円形ビームに戻す必要があります。通常、出力面の上に集光した円形ビームが偏向してラインを描くように、出力側にレンズを配置します。

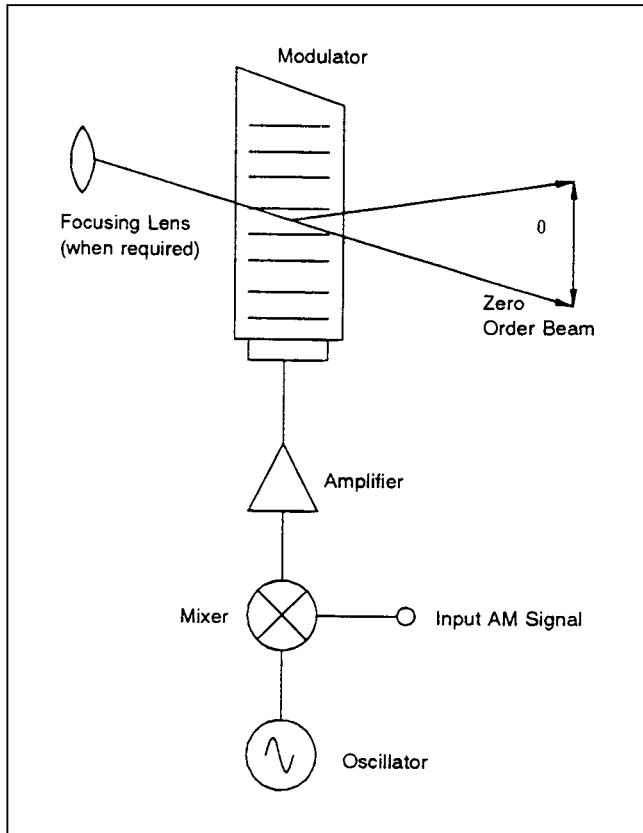


図6. AOレーザスキャナシステム

スキャナー用のドライバーは、アプリケーションにより三種類から選びます。第一にCWレーザスキャナー用は、RF周波数に比例して偏光角が大きくなります。従って、リニア電圧制御オシレーター（VCO）がAOBDのRFアンプに使われます。継続的なラインスキャンのためには、リニアなこぎり波がVCOを駆動し、リニアなRF信号を出力します。この信号がAOBDにラインスキャンを出力させます。二番目のアプリケーションは、ランダムスキャンが必要な場合で、電気的入力通常出力ビームの位置を表すデジタル信号です。D/A回路がデジタル信号をアナログ信号に変換し、リニアVCOを駆動します。この電気入力では、AOBDはレーザビームは出力面上の特定の場所に偏向されます。次の位置に移るためには、最小のフライバック時間（AOBDアパーチャ時間（ $D/V_a$ ）と電気的回復時間の合計）を考慮する必要があります。周波数のリニアリティはきわめて重要で、追加してVCOの小さなノンリニアリティを補正しなければなりません。三番目は信号処理で、入力RF信号はAOBDアンプとして駆動し、他の電気機器は必要ありません。

## 2-12. AOBD設計の公式

いままでのAOMの章で述べた、材質選択、偏向角度vs 入力周波数および回折効率の式は、AOLS（AOレーザスキャナー）にも適用されます。

## 2-13. 光スキャン分解能

光学偏向器は、機械的なものから固体型まで全て同じ分解能式を用いて表します。偏向器のアパーチャは 'D' です。通常に拡がるコリメートされたレーザビームの 'd' は、次式に等しいです。

$$\Delta\phi = \frac{\lambda}{D} \dots\dots\dots (8)$$

全スキャン角度が  $\theta$  で表された場合、分解されるスポット全数は以下です。

$$N = \frac{\theta}{\Delta\phi} = \frac{\theta D}{\lambda} \dots\dots\dots (9)$$

上式は、全ての偏向器で使われます。さて、この式がAOBDに適用されるとAOBDの全スイープ角度  $\theta$  は、

$$\theta = \lambda \frac{\Delta f_a}{V_a} \dots\dots\dots (10)$$

=光の波長、 $F_a$ =AOバンド幅そして $V_a$ =音響速度です。  
に分解能の式を代入します。

$$N = \Delta F_a \frac{D}{V_a} = \Delta F_a \cdot \Delta T \dots\dots\dots (11)$$

または、分解能ポイントはAOBDのアパーチャ時間に音響バンド幅をかけた値と等しいです。（time bandwidth productsと言われます）NはアパーチャDからの均一した発光により得られます。偏向器からの出力が、スポットに集光された時は、隣り合ったスポットは最初のゼロ強度上の一つのピークです。ふたつのスポットが、40%強度ポイントで重なり合いそのプロファイルは図5のようになります。分解能の全数を下げる要素はいくつかあります。それを下記に示します。

## 2-14. スキャンフライバック時間

音響波がAOBDアパーチャを満たす時間は有限です。その為、全分解スポット数は下記に減少します。

$$N = \left\{ 1 - \frac{\Delta T}{T + \Delta T} \right\} \cdot \left\{ \Delta T \cdot \frac{\Delta F}{a} \right\} \dots\dots\dots (12)$$

Tは全リニアFMスキャン時間、 $a=1$ （長方形ビームに対して）あるいは $a=1.34$ （ガウシアンビーム）

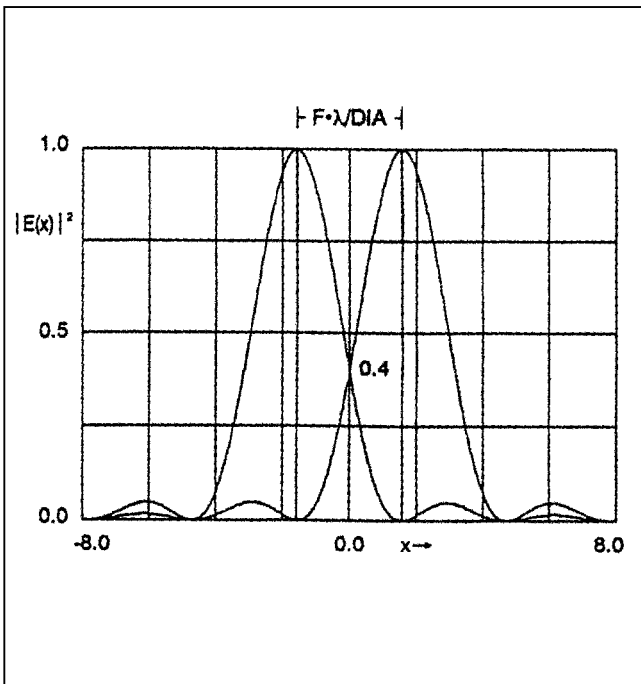


図7. スポットの重なり合いのプロファイル

### 2-15. シリンドリカルレンズ効果

AOBDのリニアなFM変調は、偏向に加えてレンズ効果も生み出します。焦点距離 (FL) は、以下の通りです。

$$FL = \frac{V_a^2}{\lambda \cdot \frac{df_a}{dt}} \dots\dots\dots (13)$$

$df_a/dt$ はFM傾斜です。AOLSに関するより詳しい分析は、参考文献を参照して下さい。



# 3. AO変調器

(AOM:Acoust Optical Modulators)

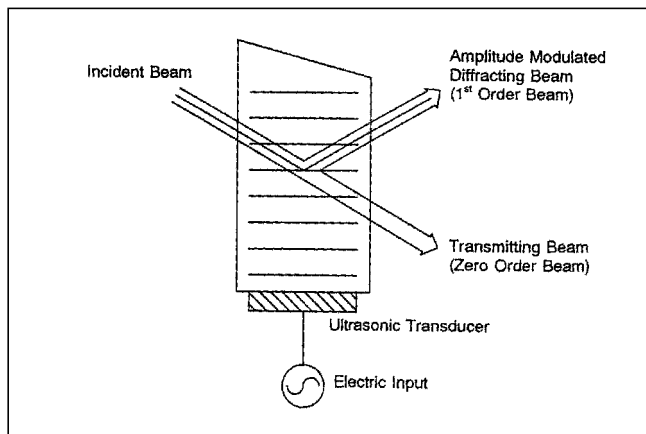
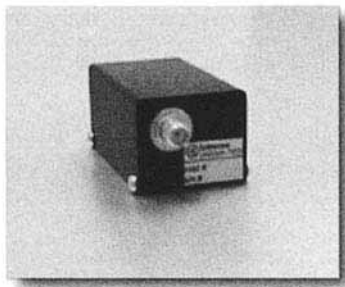


図8. AO変調器

## 3-1. Introduction

音響光学効果は、光の変調に使われます。強度及び周波数変調が可能です。最大変調周波数 ( $f_m$ ) は、変調波長 ( $\lambda$ ) とビーム径 ( $d$ ) が一致したときに達成されます。

$$f_m = \frac{V}{d} = \frac{\lambda}{\tau} \dots\dots\dots (14)$$

パラメーター  $V$  は、光ビームを音響波が横切る速度、 $V$  は材質中の音響速度になります。

高い  $f_m$  を達成するために、光ビームはしばしばセル中で絞られます。従って、 $d$  と  $\lambda$  が低くなります。

AOMの性能についての詳細は前章をご参照下さい。

## 3-2. AMMシリーズ (Amtir : 波長範囲1-2.5 $\mu\text{m}$ )

使用波長が1-2.5  $\mu\text{m}$ の赤外領域内、変調帯域 ~ 13MHzの空冷素子です。広範囲ARコート付も承ります (オプション)。

モデル番号	AMM-27-2	AMM-80-4	AMM-100-8	AMM-100-13
測定波長	1550nm	1550nm	1550nm	1550nm
パワー密度		$\leq 3\text{W}/\text{mm}^2$		
中心周波数	27MHz	80MHz	100MHz	100MHz
アパーチャー	1mm	1mm	0.3mm	0.3mm
結晶中ビーム径	0.8mm	0.4mm	0.2mm	0.13mm
立ち上がり時間	300ns	160ns	68ns	43ns
デジタル変調帯域	1.8MHz	4MHz	8MHz	13MHz
アナログビデオ帯域	1MHz	2.2MHz	13MHz	8MHz
光学透過率			$>95\%$	
回折効率	$>75\%$	$>70\%$	$>60\%$	$>55\%$
波面収差			/10	
ブラッグ角度	8mrad	24mrad	31mrad	31mrad
分離角度	16mrad	49mrad	62mrad	62mrad
音響波速度			$2.52\text{E}+3\text{m}/\text{sec}$	
最大RFパワー	1W	1W	1W	1W
入カインピーダンス		50		
V.S.W.R.		2:1		
偏光		指定なし		
ケースタイプ	#200	#200	#200	#200

## 3-3. FQMシリーズ (Fused Quartz)

使用波長が0.2-1.3  $\mu\text{m}$ 領域内、変調帯域 ~ 40MHzの水冷却素子です。Arレーザー等のハイパワーアプリケーションに最適です。広範囲ARコート付も承ります (オプション)。

モデル番号	FQM-80-2	FQM-80-20	FQM-200-40
測定波長	500nm	500nm	500 (633) nm
パワー密度		$100\text{W}/\text{mm}^2$	
中心周波数	80MHz	80MHz	200MHz
アパーチャー	1.6mm	1mm	0.3mm
結晶中ビーム径	1.4mm	0.2mm	0.1mm
立ち上がり時間	195ns	30ns	14ns
デジタル変調帯域	2.8MHz	18MHz	40MHz
アナログビデオ帯域	1.8MHz	11.7MHz	25MHz
光学透過率		$>98\%$	
回折効率	70%	70%	40 ~ 60%
波面収差		/10	
ブラッグ角度	3.5mrad	3.5mrad	8.5mrad
分離角度	7mrad	7mrad	17mrad
音響波速度		$5.96\text{E}+3\text{m}/\text{sec}$	
最大RFパワー	5W	3.5W	3.5W
入カインピーダンス		50	
V.S.W.R.		2:1	
偏光		直線	
ケースタイプ	#35	#35	#130

### 3-4. GEMシリーズ (ゲルマニウム)

使用波長が2-11 μmの赤外領域内、変調帯域 ~ 10MHzの水冷素子です。CW CO<sub>2</sub>レーザ等のハイパワーアプリケーションに最適です。広範囲ARコート付も承ります (オプション)。

モデル番号	GEM-40-1	GEM-40-4	GEM-60-10
測定波長	10.6 μm	10.6 μm	3.3 μm
パワー密度	5W/mm <sup>2</sup> (100W max.)		
中心周波数	40MHz	40MHz	60MHz
アパーチャー	5.0mm	1.5mm	1.0mm
結晶中ビーム径	3.3mm	0.8mm	0.3mm
立ち上がり時間	510ns	125ns	50ns
デジタル変調帯域	1MHz	5MHz	10MHz
アナログビデオ帯域	0.68MHz	2.7MHz	6.8MHz
光学透過率	>85%		
回折効率	35%	70%	75%
波面収差	/10		
ブラッグ角度	39mrad	39mrad	18mrad
分離角度	78mrad	78mrad	36mrad
音響波速度	5.5E+3m/sec		
最大RFパワー	20-30W	25W	8W
入力インピーダンス	50		
V.S.W.R.	2:1		
偏光	直線		
ケースタイプ	#90	#90	#35

### 3-6. IPMシリーズ (InP)

使用波長が1.15-1.60 μm領域内、変調帯域 ~ 100MHzの空冷素子です。低出力レーザを使用するアプリケーションに最適です。広範囲ARコート付も承ります (オプション)。

モデル番号	IPM-80-13	IPM-200-26	IPM-400-100
測定波長	1.15 μm		
パワー密度	1 W/mm <sup>2</sup>		
中心周波数	80 MHz	200 MHz	400 MHz
アパーチャー	1mm	0.3mm	0.075mm
結晶中ビーム径	0.25mm	0.13mm	0.031mm
立ち上がり時間	42 nsec	21 nsec	5 nsec
デジタル変調帯域	13MHz	26 MHz	100 MHz
アナログビデオ帯域	8.2MHz	16.5MHz	68.5MHz
光学透過率	>90%		
回折効率	70%	60%	50%
波面収差	/10		
ブラッグ角度	9mrad	22mrad	44mrad
分離角度	18mrad	44mrad	88mrad
音響波速度	5.1E+3m/sec		
最大RFパワー	1W		
入力インピーダンス	50		
V.S.W.R.	2:1		
偏光	直線		
ケースタイプ	#200	#200	#200

### 3-5. GPMシリーズ (GaP)

使用波長が0.2-1.3 μm領域内、変調帯域 ~ 400MHzの空冷素子です。中出力レーザを使用するアプリケーションに最適です。広範囲ARコート付を承ります (オプション)。

モデル番号	GPM-200-50	GPM-400-100	GPM-800-200	GPM-1600-400
測定波長	800 nm	800 nm	800 nm	800 nm
パワー密度	~ 5 W/mm <sup>2</sup>			
中心周波数	200 MHz	400 MHz	800 MHz	1600 MHz
アパーチャー	0.3mm	0.1mm	0.05mm	0.025mm
結晶中ビーム径	0.08mm	0.04mm	0.02mm	0.01mm
立ち上がり時間	11nsec	5.1 nsec	2.6 nsec	1.4 nsec
デジタル変調帯域	50 MHz	108 MHz	217 MHz	400 MHz
アナログビデオ帯域	32 MHz	68 MHz	137 MHz	250 MHz
光学透過率%	>90%			
回折効率	>60 %	>50 %	>30 %	>15 %
波面収差	/10			
ブラッグ角度	13 mrad	25 mrad	51 mrad	80 mrad
分離角度	25 mrad	51 mrad	101 mrad	160 mrad
音響波速度	6.31E+3 m/sec			
最大RFパワー	1W	1W	1W	630mW
入力インピーダンス	50			
V.S.W.R.	2:1			
偏光	直線偏光、水平(音響波の進行方向に対して平行)			
ケースタイプ	#200			

1-2.5 μmの波長範囲で製作可能。広範囲ARコーティングもあります(オプション)。

2 ~ 11 μmの波長範囲で製作可能。広範囲ARコーティングもあります(オプション)。

### 3-7. TEMシリーズ (TaO<sub>2</sub>)

使用波長が0.38-1.60 μm領域内、変調帯域～800MHzの空冷素子です。低出力レーザを使用するアプリケーションに最適です。広範囲ARコート付も承ります (オプション)

モデル番号	TEM-85-2	TEM-85-10	TEM-110-25	TEM-200-50	TEM-400-100	TEM-800-200
測定波長	500nm	500nm	633nm	633nm	633nm	633nm
パワー密度				5 W/mm <sup>2</sup>		
中心周波数	85 MHz	85 MHz	110 MHz	200 MHz	400 MHz	800 MHz
アパーチャー	2.0 mm	1.0 mm	0.3 mm	0.3mm	0.075mm	0.05mm
結晶中ビーム径	1.4 mm	0.3 mm	0.1 mm	0.05mm	0.027mm	0.013mm
立ち上がり時間	280 n sec	55 nsec	22 n sec	10 n sec	5.5 n sec	3 n sec
デジタル変調帯域	2MHz	10MHz	25MHz	50 MHz	100 MHz	200 MHz
アナログビデオ帯域	1.3MHz	6.3MHz	16MHz	34 MHz	63 MHz	128 MHz
光学透過率			>95%			
回折効率	80%	75%	70%	70%	50%	35%
波面収差			/10			
プラグ角度	5 mrad	5 mrad	8.5 mrad	20 mrad	30 mrad	60 mrad
分離角度	10 mrad	10 mrad	17 mrad	39 mrad	60 mrad	120 mrad
音響波速度				4.2E+3 m/sec		
最大RFパワー			1W			
入力インピーダンス			50			
V.S.W.R.			2:1			
偏光		直線偏光、音響波の進行方向に対し垂直				
ケースタイプ	#30	#30	#200	#200	#200	#200

### 3-8. AOM光学アセンブリ

AOM光学モジュールは、集光レンズ、AO素子ポジショナーと再コリメートレンズから構成されています。必要な立ち上がり時間と変調バンド幅を出すために、入射光ビームはAOM中の焦点に集光されます。レンズの種類は、AO素子と要する速度により選定されます。モジュールサイズとレンズ位置がこれで行き渡ります。一般的なモジュールサイズは、図中に示してあります。

モデル番号: AMOA-X-Y-L

X=入射レーザービーム径 (mm)

Y=結晶中焦点におけるビーム径 (mm)

L=レーザー波長

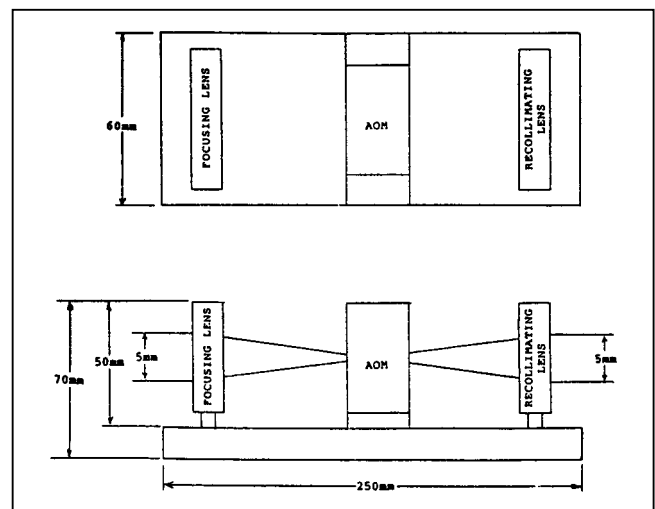


図9. AOMのアセンブリ

### 3-9. 変調器ドライバー

変調器用固定周波数ドライバーリストです。TTL入力デジタル変調を御希望の場合はB2タイプをお選び下さい。また、周波数変調を御希望の際には周波数可変ドライバーが必要になりますので、御注意下さい。その他特注にも対応いたしますのでお気軽にお問い合わせ下さい。

AMM-27-2、AMM-80-4、AMM-100-8、  
AM-100-13用ドライバー

モデル番号	FFA-27-B1(2)	FFA-80-B1(4)	FFA-100-B1(8)	FFA-100-B1(13)
AO変調器	AMM-27-2	AMM-80-4	AMM-100-8	AMM-100-13
キャリア周波数	27MHz	80MHz	100 MHz	100 MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ			
周波数精度	0.015%			
高調波含量	≤-15dBc			
安定性	15分ウォームアップ後最少0.0015%			
出力パワー	1W	1W	1W	0.5-1W
変調	B1アナログ強度変調			
最大アナログ変調バンド幅	DC-2MHz	DC-4MHz	DC-8MHz	DC-13MHz
変調入力	0-5V : ハイZ入力	50 : 0-1V	50 : 0-1V	50 : 0-1V
駆動パワー	117VAC ± 25% , 50-60Hz : 55W max			
外径	本体ケース(ラボ用)は、6.75(幅)×2.6(高さ)×8.3(奥行き)inch。後部パネルのヒートシンク部分最大10.5inch付加。コネクタ部分は含まれず。ACコード付。			
使用環境	室温の実験室環境。最高温度+50。耐水、耐湿処理はされていません。			

#### TTL変調 (B2) タイプ

モデル番号	FFA-27-B2(2)	FFA-80-B2(4)	FFA-100-B2(8)	FFA-100-B2(13)
バンド幅	DC-2MHz	DC-4MHz	DC-8MHz	DC-13MHz
立ち上がり時間	<125nsec	<50nsec	<35nsec	<30nsec
変調入力	TTLコンパチブル、0-5V、330 入力インピーダンス			

FQM-80-2、FQM-80-20、FQM-200-40用ドライバー

モデル番号	FFA-80-B1(3)	FFA-80-B1(18)	FFA-200-B1(40)
AO変調器	FQM-80-2	FQM-80-20	FQM-200-40
キャリア周波数	80MHz	80MHz	200 MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ		
周波数精度	0.015%		
高調波含量	≤-15dBc		
安定性	15分ウォームアップ後最少0.0015%		
出力パワー	5W	3.5W	3.5W
変調	B1アナログ強度変調		
最大アナログ変調バンド幅	DC-3MHz	DC-18MHz	DC-40MHz
変調入力	50 : 0-1V	50 : 0-1V	50 : 0-1V
駆動パワー	117VAC ± 25% , 50-60Hz : 55W max		
外径	本体ケース(ラボ用)は、6.75(幅)×2.6(高さ)×8.3(奥行き)inch。後部パネルのヒートシンク部分最大10.5inch付加。コネクタ部分は含まれず。ACラインコード付。		
使用環境	室温の実験室環境。最高温度+50。耐水、耐湿処理はされていません。		

#### TTL変調 (B2) タイプ

モデル番号	FFA-80-B2(2)	FFA-80-B2(20)	FFA-200-B2(40)
バンド幅	DC-2MHz	DC-20MHz	DC-40MHz
立ち上がり時間	<125nsec	<18nsec	<9nsec
変調入力	TTLコンパチブル、0-5V、330 入力インピーダンス		

GEM-40-1、GEM-40-4、GEM-60-10用ドライバー

モデル番号	FFA-40-B1(1)	FFA-40-B1(5)	FFA-60-B1(10)
AO変調器	GEM-40-1	GEM-40-4	GEM-60-10
キャリア周波数	40MHz	40MHz	60 MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ		
周波数精度	0.015%		
高調波含量	≤-15dBc		
安定性	15分ウォームアップ後最少0.0015%		
出力パワー	20-30 W	25 W	8 W
変調	B1アナログ強度変調		
最大アナログ変調バンド幅	DC-1MHz	DC-5MHz	DC-10MHz
変調入力	0-5V : ハイZ入力	50 : 0-1V	50 : 0-1V
駆動パワー	117VAC ± 25% , 50-60Hz : 55W max		
外径	本体ケース(ラボ用)は、7.5(幅)×3.5(高さ)×8.75(奥行き)inch。後部パネルのヒートシンク部分最大10.5inch付加。コネクタ部分は含まれず。ACラインコード付。		
使用環境	室温の実験室環境。最高温度+50。耐水、耐湿処理はされていません。		

#### TTL変調 (B2) タイプ

モデル番号	FFA-40-B2(1)	FFA-40-B2(5)	FFA-60-B2(10)
バンド幅	DC-1MHz	DC-5MHz	DC-10MHz
立ち上がり時間	<250nsec	<50nsec	<35nsec
変調入力	TTLコンパチブル、0-5V、330 入力インピーダンス		

GPM-200-50、GPM-400-100、GPM-800-200、  
GPM-1600-400、IPM-200-26、IPM-400-100、  
TEM-800-200、TEM-200-50、TEM-400-100用ドライバー

モデル番号	FFA-200-B1(50)	FFA-400-B1(100)	FFA-800-B1(200)	FFA-1600-B1(400)
AO変調器	GPM-200-50 IPM-200-26 TEM-200-50	GPM-400-100 IPM-400-100 TEM-400-100	GPM-800-200 TEM-800-200	GPM-1600-400
キャリア周波数	200 MHz	400 MHz	800 MHz	1600 MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ			
周波数精度	0.015%			
高調波含量	≤-15dBc			
安定性	15分ウォームアップ後最少0.0015%			
出力パワー	1W	1W	1W	630mW
変調	B1アナログ強度変調			
最大アナログ変調バンド幅	DC-50MHz	DC-100MHz	DC-200MHz	DC-400MHz
変調入力	50 : 0-1V	50 : 0-1V	50 : 0-1V	50 : 0-1V
駆動パワー	117VAC ± 25% , 50-60Hz : 55W max			
外径	本体ケース(ラボ用)は、6.75(幅)×2.6(高さ)×8.3(奥行き)inch。後部パネルのヒートシンク部分最大10.5inch付加。コネクタ部分は含まれず。ACラインコード付。			
使用環境	室温の実験室環境。最高温度+50。耐水、耐湿処理はされていません。			

#### TTL変調 (B2) タイプ

モデル番号	FFA-200-B2(50)	FFA-400-B2(100)	FFA-800-B2(200)	FFA-1600-B2(400)
バンド幅	DC-50MHz	DC-100MHz	DC-200MHz	DC-400MHz
立ち上がり時間	<7nsec	<3.5nsec	<1.8nsec	<0.9nsec
変調入力	TTLコンパチブル、0-5V、330 入力インピーダンス			



TEM-85-2、TEM-85-10、IPM-80-13、  
TEM-110-25用ドライバー

モデル番号	FFA-85-B1	FFA-85-B1(10)	FFA-80-B1(13)	FFA-110-B1(25)
AO変調器	TEM-85-2	TEM-85-10	IPM-80-13	TEM-110-25
キャリア周波数	85MHz	85MHz	80 MHz	110 MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ			
周波数精度	0.015%			
高調波含量	≤-15dBc			
安定性	15分ウォームアップ後最少0.0015%			
出力パワー	1W	1W	1W	0.5-1W
変調	B1アナログ強度変調			
最大アナログ変調バンド幅	DC-2MHz	DC-10MHz	DC-13MHz	DC-25MHz
変調入力	0-5V : ハイZ入力	50 : 0-1V	50 : 0-1V	50 : 0-1V
駆動パワー	117VAC ± 25% , 50-60Hz : 55W max			
外径	本体ケース(ラボ用)は、6.75(幅)×2.6(高さ)×8.3(奥行き)inch。後部パネルのヒートシンク部分最大10.5inch付加。コネクタ部分は含まれず。ACラインコード付。			
使用環境	室温の実験室環境。最高温度+50。耐水、耐湿処理はされていません。			

TTL変調 (B2) タイプ

モデル番号	FFA-85-B2	FFA-85-B2(10)	FFA-80-B2(13)	FFA-110-B2(25)
バンド幅	DC-2MHz	DC-10MHz	DC-13MHz	DC-25MHz
立ち上がり時間	<125nsec	<35nsec	<30nsec	<14nsec
変調入力	TTLコンバーチブル、0-5V、330 入力インピーダンス			



# 4. AO偏向器

(AOD:AO Deflectors)

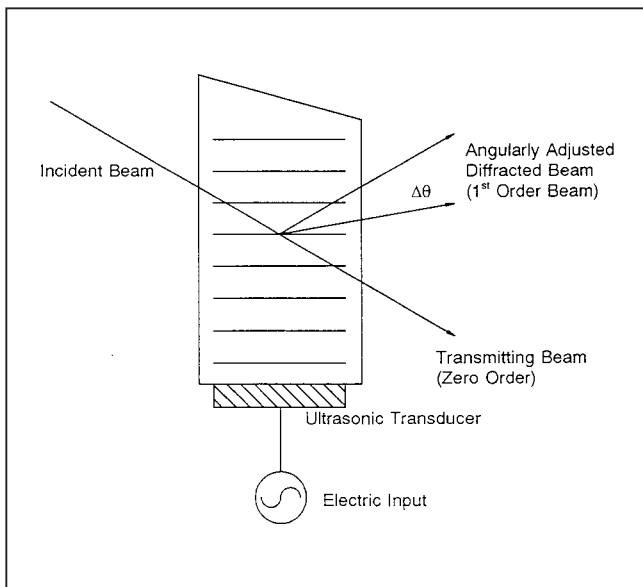
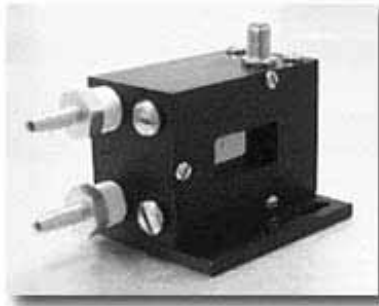


図10. AO偏向器

## 4-1. Introduction

AO偏向器は音響光学効果によりレーザービームの進行方向を変え、同時に強度変調も行います。AODは稼働部分が全くなく、高速かつ性能は非常に信頼性が高いことが特徴です。また、一次回折光は非常に高い効率を得られるように設計されています。ビームの偏向位置はリニアに音響周波数に比例するので、より高い周波数がより大きな回折角を供給します。

$$\Delta\theta = \lambda \cdot \frac{\Delta f}{V_a}$$

パラメーターは光波長、 $V_a$ は音響速度、 $f$ は周波数帯域です。

音響光学ビーム偏向器 (AOBD) は、レーザービームの精密な位置制御のために使用されています。1Dおよび2Dスキャナーや光学信号処理を含めた多数のアプリケーションがAODを用い実用化されています。

Brimroseが世界初で初めてAOのGHz帯技術を実用化し、AOBDはレーザービームを20degまで振ることが可能になりました。分解能は最高2500スポットまで可能です。また回折効率は通常40-75%程度です。

AODの性能についての詳細は第2章をご参照下さい。

## 4-2. GEDシリーズ (Ge) : 3.0-12 μm

モデル番号	GED-650-30-L	GED-650-300-S
測定波長		10.6 μm
対応ドライバー	VFB-65-30	VFB-65-30
アパーチャー	1.5 x 25.0mm	1.5 x 25.0mm
周波数範囲	50-80 MHz	50-80 MHz
バンド幅 (3dB)	30 MHz	30 MHz
光学透過率		>85%
最大回折効率	60%	50%
アクセス時間	4.5 μ秒	7.0 μ秒
分解能	135スポット	210スポット
偏向角度	3.3 deg.	5.0 deg.
音響波速度	5.5E+3 m/sec	3.51E+3 m/sec
最大RFパワー		50W
入力インピーダンス		50
V.S.W.R.		2.1:1
偏光		直線

## 4-3. GPDシリーズ (GaP) : 590-1000nm

モデル番号	GPD-250-100	GPD2-250-100	GPD-350-100	GPD2-350-100	GPD-650-300	GPD2-650-300
測定波長	633nm	633nm	633nm	633nm	633nm	633nm
対応ドライバー	VFB-250-100	VFB-250-100	VFB-350-200	VFB-350-200	VFB-650-300	VFB-650-300
アパーチャー	0.75 x 5.0mm	0.75 x 13.0mm	0.75 x 5.0mm	0.75 x 13.0mm	0.18 x 5.0mm	0.18 x 13.0mm
周波数範囲	200-300 MHz	200-300 MHz	250-450 MHz	250-450 MHz	500-800 MHz	500-800 MHz
バンド幅 (3dB)	100 MHz	100 MHz	200 MHz	200 MHz	300 MHz	300 MHz
光学透過率	80%	80%	80%	80%	80%	80%
最大回折効率	70%	40%	40%	35%	40%	30%
アクセス時間	0.7 μ sec	2.0 μ sec	0.7 μ sec	2.0 μ sec	0.7 μ sec	2 μ sec
分解能	70スポット	200スポット	140スポット	400スポット	210スポット	600スポット
偏向角度	0.57 deg.	0.57 deg.	1.15 deg.	1.15 deg.	2.25 deg.	2.25 deg.
音響波速度			6.31E+3 m/秒			
最大RFパワー			1W			
入力インピーダンス			50			
V.S.W.R.			2.1:1			
光学偏光			直線偏光			

#### 4-3. GPDシリーズ (GaP) : 590-1000nm

モデル番号	GPD-800-500	GPD2-800-500	GPD-1000-500	GPD1500-1000
測定波長	633nm	633nm	633nm	633nm
対応ドライバー	VFB-800-500	VFB-800-500	VFB-1000-500	VFB-1500-500
アパーチャー	0.076 x 5.0mm	0.076 x 13.0mm	0.076 x 7.0mm	0.076 x 7.0mm
周波数範囲	550-1050 MHz	550-1050 MHz	750-1250 MHz	1000-2000 MHz
バンド幅 (3dB)	500 MHz	500 MHz	500 MHz	1000 MHz
光学透過率			80%	
最大回折効率	35%	25%	20%	10%
アクセス時間	0.7 μ秒	2.0 μ秒	1.0 μ秒	1.0 μ秒
分解能	350スポット	1000スポット	500スポット	1000スポット
偏向角度	2.9 deg.	2.9 deg.	2.9 deg.	5.7 deg.
音響波速度		6.31E+3 m/秒		
最大RFパワー		1W		
入力インピーダンス		50		
V.S.W.R.		2.1:1		
偏光		直線		

#### 4-6. LNDシリーズ (LiNbO<sub>3</sub>) : 630 & 830nm

モデル番号	LND-2500-1000	LND-2500-1500
測定波長	630 & 830nm	630 & 830nm
対応ドライバー	VFB-2500-1000	VFB-2500-1500
アパーチャー	0.076 x 3.5mm	0.076 x 3.5mm
周波数範囲	2000-3000 MHz	1750-3250 MHz
バンド幅 (3dB)	1000 MHz	1500 MHz
光学透過率		> 95%
最大回折効率	20%	7%
アクセス時間	1.0 μ秒	1.0 μ秒
分解能	1000スポット	1500スポット
偏向角度	10 deg.	15 deg.
音響波速度		3.47E+3 m/sec
最大RFパワー		0.6W
入力インピーダンス		50
V.S.W.R.		2.0:1
偏光		直線

#### 4-4. GPDシリーズ (セルフコリメートモード) : 590-1000nm

モデル番号	GPD-800-500-SC	GPD2-800-500-SC
測定波長	633nm	633nm
対応ドライバー	VFB-800-500	VFB-800-500
アパーチャー	0.18 x 4.2mm	0.18 x 18.4mm
周波数範囲	550-1050 MHz	550-1050 MHz
バンド幅 (3dB)	500 MHz	500 MHz
光学透過率		80%
最大回折効率	30%	25%
アクセス時間	1.0 μ秒	2 μ秒
分解能	500スポット	1000スポット
偏向角度	4.3 deg.	4.3 deg.
音響波速度		4.2E+3 m/sec
最大RFパワー		50W
入力インピーダンス		50
V.S.W.R.		2.1:1
偏光	直線	直線

偏向されたビームの偏光は、0次光に対して90度回転しています。

#### 4-7. TEDシリーズ (TeO<sub>2</sub>, Slow Shearタイプ) : 400-840nm

モデル番号	TED1-60-40	TED2-60-40	TED3-60-40	TED-65-40	TED-130-60
測定波長	543.5nm	543.5nm	543.5nm	543.5nm	543.5nm
対応ドライバー	VFB-60-40	VFB-60-40	VFB-60-40	VFB-65-40	VFB-130-60
アパーチャー	1.0 x 28.0mm	1.0 x 16.0mm	1.0 x 12.0mm	1.0 x 20.0mm	1.0 x 13.0mm
中心周波数	60 MHz	60 MHz	60 MHz	45-85 MHz	100-160 MHz
バンド幅 (3dB)	40 MHz	40 MHz	40 MHz	40 MHz	60 MHz
光学透過率				> 95%	
最大回折効率	30%	50%	60%	30%	30%
アクセス時間	40 μ秒	25 μ秒	13 μ秒	30 μ秒	20 μ秒
分解能	1600スポット	1000スポット	520スポット	1200スポット	1200スポット
偏向角度	2 deg.	2 deg.	2 deg.	2 deg.	3 deg.
音響波速度			617 m/秒		
最大RFパワー			2W		
入力インピーダンス			50		
V.S.W.R.			2.1:1		
偏光			円		

#### 4-5. IPDシリーズ (InP) : 1000-1600nm

モデル番号	IPD-200-50	IPD-400-150	IPD-600-200	IPD-1000-300
測定波長	1150nm	1150nm	1150nm	1150nm
対応ドライバー	VFB-200-50	VFB-400-150	VFB-600-200	VFB-1000-300
アパーチャー	0.75 x 6.0mm	0.75 x 6.0mm	0.18 x 6.0mm	0.076 x 6.0mm
周波数範囲	175-225 MHz	325-475 MHz	500-700 MHz	825-1175 MHz
バンド幅 (3dB)	50 MHz	150 MHz	200 MHz	300 MHz
光学透過率			90%	
最大回折効率	40%	35%	30%	15%
アクセス時間	1.0 μ秒	1.0 μ秒	1.0 μ秒	1.0 μ秒
分解能	50スポット	150スポット	200スポット	350スポット
偏向角度	0.65 deg.	1.95 deg.	2.6 deg.	4.5 deg.
音響波速度		5.1E+3 m/秒		
最大RFパワー		1W		
入力インピーダンス		50		
V.S.W.R.		2.1:1		
偏光		直線		

#### 4-8. TEDシリーズ (TeO<sub>2</sub>) : 400-840nm

モデル番号	TED-200-100	TED-320-200	TED-400-200
測定波長	633nm	633nm	633nm
対応ドライバー	VFB-200-100	VFB-320-200	VFB-400-200
アパーチャー	1.0 x 5.0mm	1.0 x 9.0mm	0.5 x 5.0mm
周波数範囲	150-250 MHz	220-420 MHz	300-500 MHz
バンド幅 (3dB)	100 MHz	200 MHz	200 MHz
光学透過率		> 95%	
最大回折効率	> 40%	20%	20%
アクセス時間	1.0 μ秒	2.0 μ秒	1.0 μ秒
分解能	100スポット	400スポット	200スポット
偏向角度	0.8 deg.	1.69 deg.	1.69 deg.
音響波速度		4.2E+3 m/sec	
最大RFパワー		2W	
入力インピーダンス		50	
V.S.W.R.		2.0:1	
偏光		直線	

#### 4-9. 2D 偏向器

Brimroseは世界で初めて可視およびIR領域用に単体エレメント2次元（2-D）偏向器を開発しました。この最新技術は、約1200万ドルにも及ぶ政府契約と50万ドルの自社開発費により実現されました。現在も更に分解能が高い2D偏向器の開発を続けています。

この2D素子はひとつの光学媒体にそれぞれ90°に交差したふたつのトランスデューサーを貼り付けることにより、ふたつの直交した音響波が発生し、X-Y面光偏向を生みだします。この非常にシンプルかつ洗練された技術により、非常に簡単なセットアップ、コンパクトな構成、各軸でレンズが不要、最小限のアライメント、低い挿入損失などが特徴として挙げられます。

<アプリケーション>

ベクトル-ベクトル乗法・インターコネクション・2Dスイッチ・2Dスキャニングなど

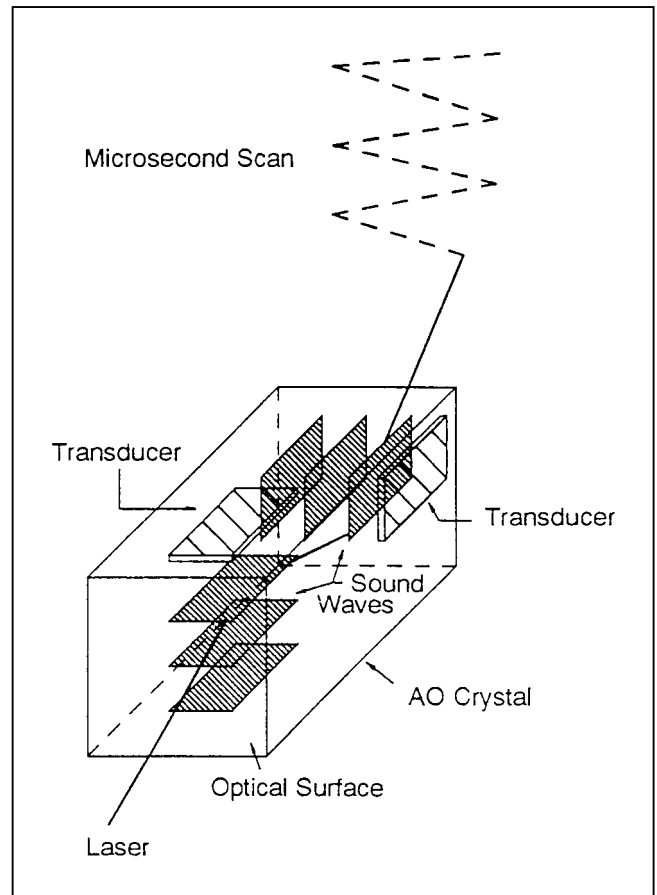


図11. 2D AO偏向器

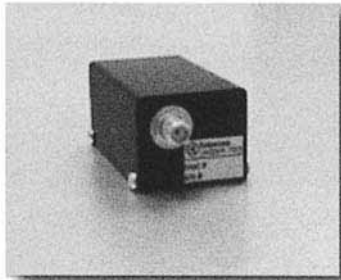
#### 4-10. 2D-TEDシリーズ (TeO<sub>2</sub>) : 400 ~ 1550nm

モデル番号	2DS-30-15-1550	2DS-50-30-1.06	2DS-60-40-800	2DS-75-45-633	2DS-140-40-400	2DS-100-50-532
測定波長	1550nm	1060nm	800nm	633nm	400nm	532nm
中心周波数	30MHz	50MHz	60MHz	75MHz	140MHz	100MHz
バンド幅 (3dB)	15MHz	30MHz	40MHz	45MHz	40MHz	50MHz
アパーチャー	7 x 7mm	7 x 7mm	10 x 10mm	10 x 10mm	5 x 5mm	10 x 10mm
アクセス時間	10 μs	10 μs	15 μs	15 μs	7 μs	15 μs
時間・バンド幅生産量	150 x 150	300 x 300	600 x 600	675 x 675	280 x 280	750 x 750
光学透過率	> 95%	> 90%	> 95%	> 95%	> 95%	> 95%
回折効率 (トータル)	~ 15%	~ 40%	> 40%	> 40%	> 40%	> 40%
回折角度	2.8deg	50deg	2.8deg	3deg	1.4deg	2.3deg
音響モード	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear	Shear
X, Y軸の最大RFパワー	2Watts	2Watts	1-2Watts	1-2Watts	2Watts	1-2Watts
音響波速度	660m/s	660m/s	660m/s	660m/s	650m/s	650m/s
入力インピーダンス	50ohms	50ohms	50ohms	50ohms	50ohms	50ohms
V.S.W.R	2:1%	< 3.1:1%	2:1%	2:1%	3.1:1%	3.1:1%
偏光	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
RFコネクタ	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA	SMA



# 5. AO周波数シフター

(AOFS:Acoust Optic Frequency Shifter)



## 5-1. Introduction

AOMとAODの回折光は音響波により周波数（波長）シフトされます。これはドップラーシフトと呼ばれます。入射光と音響波の進行方向が同じ場合レーザ周波数は高い方にシフトされます。また、音響波の進行方向と逆に光が入射した場合は低い方に周波数シフトします。

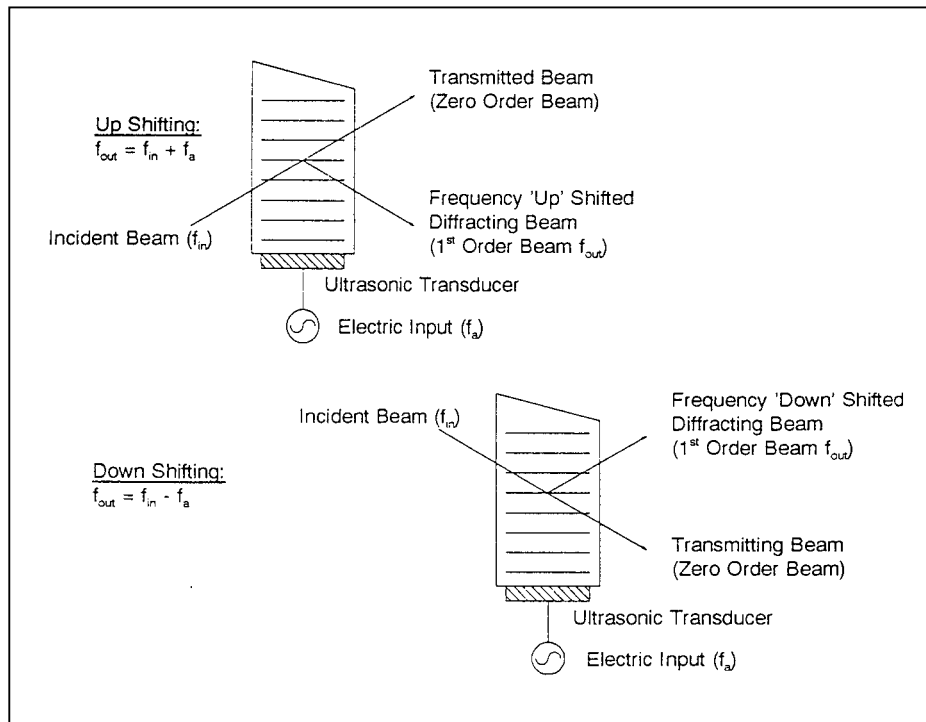


図12. AO周波数シフター

## 5-2. AMFシリーズ (Amtir) : 1000-2200nm

モデル番号	AMF-90-20-2.1
測定波長	2100nm
対応ドライバー	FFF-90
アパーチャー	1.00 x 5.0 mm
周波数シフト	90 MHz
バンド幅(3dB)	20 MHz
光学透過率	>66%
最大回折効率	15%
音響モード	Longitudinal
音響波速度	2.52E+3 m/sec
最大RFパワー	~ 1W
入カインピーダンス	50
V.S.W.R.	2.0:1
偏光	直線

## 5-3. GEFシリーズ (Ge) : 2.0-12 μm

モデル番号	GEF-40-10	GEF-60-1.5	GEF-80-20
測定波長	10.6 μm	10.6 μm	10.6 μm
対応ドライバー	FFF-40	FFF-60	FFF-80
アパーチャー	2.0mm	1.5mm	1.0mm
周波数シフト	40 MHz	60 MHz	80 MHz
バンド幅(3dB)	10 MHz	15 MHz	20 MHz
光学透過率		>85%	
最大回折効率	75%@35W	75%@35W	75%@35W
音響モード		Longitudinal	
音響波速度		5.5E+3 m/秒	
最大RFパワー		50W	
入カインピーダンス		50	
V.S.W.R.		2.0:1	
偏光		直線	

#### 5-4. GPFシリーズ (GaP) : 590-1000nm

モデル番号	GPF-250-100	GPF-650-225	GPF-1000-500	GPF-1500-1000	GPF-1700-500
測定波長	633nm	633nm	633nm	633nm	633nm
対応ドライバー	FFF-250	FFF-650	FFF-1000	FF-1500	FF-1700
アパーチャ	0.75mm	0.18mm	0.076mm	0.076mm	0.076mm
周波数シフト	250MHz	650MHz	1000MHz	1500MHz	1700MHz
バンド幅 (3dB)	100MHz	225MHz	500MHz	1000MHz	500MHz
光学透過率			80%		
最大回折効率	60%	50%	60%	20%	50%
音響モード			Longitudinal		
音響波速度			6.31E+3 m/秒		
最大RFパワー			50W		
入カインピーダンス			50		
V.S.W.R.			2.0:1		
偏光			直線		

#### 5-5. LNFシリーズ (LiNbO<sub>3</sub>) : 830nm

モデル番号	LNF-2500-1000	LNF-3500-1000
測定波長	630/830nm	630nm
対応ドライバー	FFF-2500	FFF-3500
アパーチャ	0.076mm	0.076mm
周波数シフト	2500 MHz	3500 MHz
バンド幅 (3dB)	1000 MHz	1000 MHz
光学透過率		> 95%
最大回折効率	15%	5%
音響モード		Shear
音響波速度		3.47E+3 m/秒
最大RFパワー		0.2W
入カインピーダンス		50
V.S.W.R.		2.1:1
偏光		直線

#### 5-8. IPFシリーズ (InP) : 1000-1600nm

モデル番号	IPF-200-50	IPF-400-200	IPF-600-200	IPF-800-300	IPF-1000-350	IPF-1300-400
測定波長	1150nm	1150nm	1150nm	1150nm	1150nm	1150nm
対応ドライバー	FFF-200	FFF-400	FFF-600	FFF-800	FFF-1000	FFF-1300
アパーチャ	0.75mm	0.5mm	0.18mm	0.076mm	0.076mm	0.076mm
周波数シフト	200MHz	400MHz	600MHz	800MHz	1000MHz	1300MHz
バンド幅 (3dB)	50MHz	200MHz	200MHz	300MHz	350MHz	400MHz
光学透過率				90%		
最大回折効率	40-50%	35%	30%	20%	15%	10%
音響モード				Longitudinal		
音響波速度				5.1E+3 m/秒		
最大RFパワー				1W		
入カインピーダンス				50		
V.S.W.R.				2.0:1		
偏光				直線		

#### 5-9. TEFシリーズ (TeO<sub>2</sub>) : 400-840nm

モデル番号	TFF-200-50	TEF-270-100	TEF-540-200	TEF-600-200	TEF-1000-300	TEF-1700-350
測定波長	630nm	630nm	630nm	630nm	630nm	630nm
対応ドライバー	FFF-200	FFF-270	FFF-540	FFF-600	FFF-1000	FFF-1700
アパーチャ	0.75mm	0.75mm	0.18mm	0.18mm	0.076mm	0.076mm
周波数シフト	200MHz	270MHz	540MHz	600MHz	1000MHz	1700MHz
バンド幅 (3dB)	50MHz	100MHz	200MHz	200MHz	300MHz	350MHz
光学透過率				95%		
最大回折効率	> 75%	> 70%	40%	40%	40%	20%
音響モード				Longitudinal		
音響波速度				4.2E+3 m/秒		
最大RFパワー				1W		
入カインピーダンス				50		
V.S.W.R.				2.0:1		
偏光				直線		

#### 5-6. QZFシリーズ (Single Crystal Quarts): 200-4500nm

モデル番号	QZF-80-20	QZF-150-30	QZF-210-40
測定波長	488nm	488nm	488nm
対応ドライバー	FFF-80	FFF-150	FFF-210
アパーチャ	1.0mm	0.75mm	0.50mm
周波数シフト	80 MHz	150 MHz	210 MHz
バンド幅 (3dB)	20 MHz	30 MHz	40 MHz
光学透過率		> 98%	
最大回折効率	75%@10W	75%@10W	75%@10W
音響モード		Longitudinal	
音響波速度		5.72E+3 m/秒	
最大RFパワー		10 W	
入カインピーダンス		50	
V.S.W.R.		2.0:1	
偏光		直線	

#### 5-7. FGFシリーズ (Flint Glass) : 380-1000nm

モデル番号	FGF-40-10	FGF-80-22	FGF-150-30
測定波長	488nm	488nm	488nm
対応ドライバー	FFF-40	FFF-80	FFF-150
アパーチャ	1.0mm	1.0mm	1.0mm
周波数シフト	40 MHz	80 MHz	150 MHz
バンド幅 (3dB)	10 MHz	20 MHz	30 MHz
光学透過率		> 98%	
最大回折効率	80%@7W	80%@7W	70%@7W
音響モード		Longitudinal	
音響波速度		3.5E+3 m/秒	
最大RFパワー		10 W	
入カインピーダンス		50	
V.S.W.R.		2.0:1	
偏光		直線	



## 6. マルチチャンネルデバイス

(Multi Channel Devices)

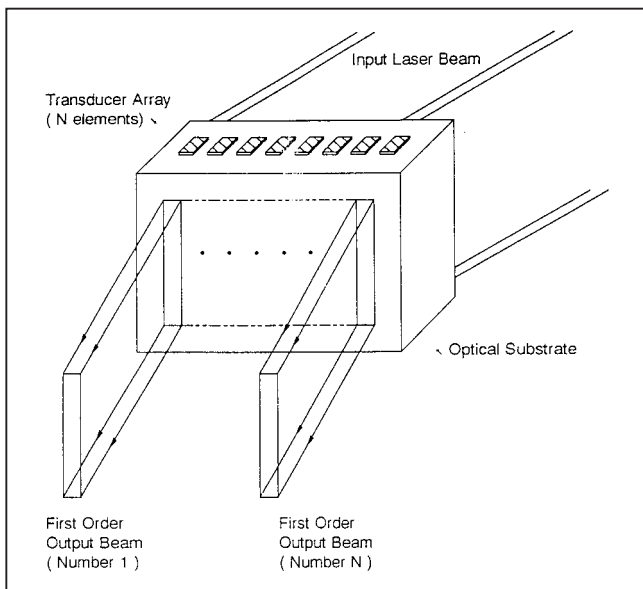
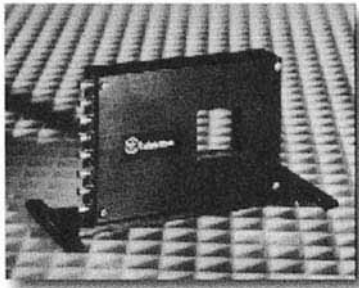


図13. AOマルチチャンネルデバイス

### 6-1. Introduction

レーザー光のAO変調は非常に簡単で多くのアプリケーションに応用可能です。データレンジが大きくなると、平行な入射すなわちマルチAO変調器、通常のAO結晶に孤立したチャンネルを持たせることが有効になってきます。

Brimroseは世界で唯一1GHzのバンド幅を持つマルチチャンネル素子を製作できるメーカーです。64チャンネルものAOM間のスペースは横幅と同じだけ選べます。この設計パラメーターにより200MHz以下の搬送波であればクロストークは30dB以上得られます。

このマルチチャンネルセルに対応するMHz、GHzオーダーのRFドライバーも供給致します。ドライバーは個別の入力とゲイン調整機能が付属しています。システム全体を考慮しながらそれぞれのアプリケーションに対応した素子を選定することが重要です。

### 6-2. MGPDシリーズ(GaP偏向器): 590-1000nm

モデル番号	MGPD-300-200	MGPD-800-400	MGPD-800-500
測定波長		633nm	
音響モード	Longitudinal	Shear	Longitudinal
アパーチャー	1.0 x 13.0mm	0.075 x 9.0mm	0.075 x 7.0mm
周波数シフト	300 MHz	800 MHz	800 MHz
バンド幅(3dB)	200 MHz	400 MHz	500 MHz
光学透過率		80%	
最大回折効率	30%	10%	30%
時間 バンド幅生産量	400	800	500
時間アパーチャー	2.0 μ秒	2.0 μ秒	1.0 μ秒
チャンネル数		8, 16, 32	
チャンネル中心間の距離	2.0mm	0.5 mm	0.5mm
チャンネルアイソレーション		20dB	
音響波速度	6.31E+3 m/sec	4.2E+3 m/sec	6.31E+3 m/sec
最大RFパワー		1 W	
入力インピーダンス		50	
V.S.W.R.		2.1:1	
偏光		直線	

### 6-3. MTEDシリーズ(TeO<sub>2</sub>偏向器): 400-840nm

モデル番号	MTED-70-40	MTED-80-30	MTED-300-200	MTED-600-250	MTED-800-300
測定波長	633nm	633nm	633nm	633nm	633nm
音響モード	Shear	Longitudinal	Longitudinal	Longitudinal	Longitudinal
アパーチャー	1.0 x 12.0mm	1.0 x 20.0mm	1.0 x 10.0mm	0.18 x 5.0mm	0.076 x 5.0mm
周波数シフト	70 MHz	80 MHz	300 MHz	600 MHz	800 MHz
バンド幅(3dB)	40 MHz	30 MHz	200 MHz	250 MHz	300 MHz
光学透過率		>95%			
最大回折効率	40%	70%	30%	25%	20%
時間 バンド幅生産量	720	141	400	250	300
時間アパーチャー	18.0 μ秒	4.7 μ秒	2.0 μ秒	1.0 μ秒	1.0 μ秒
チャンネル数		8, 16, 32			
チャンネル中心間の距離	2.0mm	2.5 mm	2.0mm	0.5mm	0.5mm
チャンネルアイソレーション		25dB			
音響波速度	617 m/秒	4.2E+3m/秒	4.2E+3m/秒	4.2E+3m/秒	4.2E+3m/秒
最大RFパワー		1 W			
入力インピーダンス		50			
V.S.W.R.		2.1:1			
偏光	円	直線	直線	直線	直線

# 7. AOチューナブルフィルタ

(AOTF:Acoust Optic Tunable Filter)

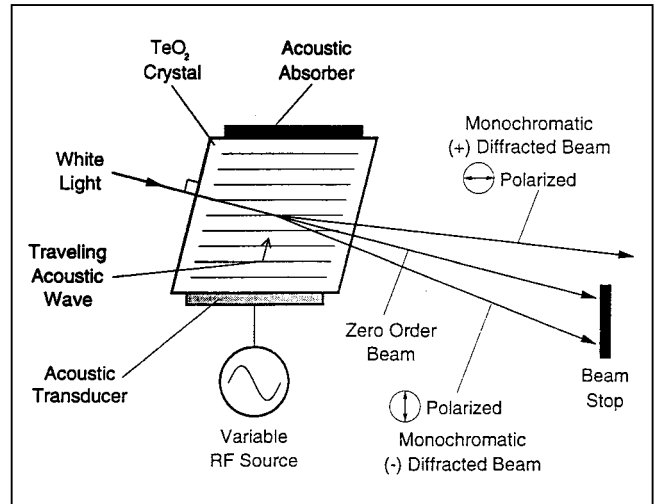
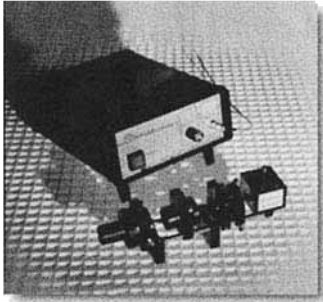


図14. AOTFのスキマティック図

## 7-1. Introduction

音響光学チューナブルフィルタ（Acoust Optic Tunable Filter：AOTF）は電気的なスペクトルバンドパスフィルタです。全固体型の電気-光学デバイスで可動部分がありません。構成は、音響（振動）波がある結晶から成り、ラジオ周波数（RF）が白色光あるいは多色光源から単一波長の光を取り出します。選択される光の波長は、結晶に入れたRF周波数の機能によりものです。従って、RFに変化を持たせることにより、分離される波長、フィルタがかかった光も変化します。この波長は素子の幾何学性からは独立しています。

最も一般的に可視-近赤外領域のAOTFは、二酸化テルル（TeO<sub>2</sub>）を使用したnon-collinearタイプです（結晶中で音響波と光学波が非常に異なる角度を持って伝搬する）。図はTeO<sub>2</sub>のAOTFです。TeO<sub>2</sub>結晶の一片にトランスデューサ-接着されています。トランスデューサ-はRFが入力されると振動（音響波）を放射します。振動の周波数は入力したRFの周波数と等しくなります。TeO<sub>2</sub>中を音響波が通過するとき結晶格子が縮めたり、緩まったりします。この屈折率の変化が透過型のグレーティングあるいはブラッグ偏向器のような働きをします。昔ながらのグレーティングとは異なりAOTFはある特定の1波長のみを回折し、よりフィルタに近いと言えます。そのため、回折は平面上や表面だけでなく、より大きなボリュームで以って起こり、回折パターンはリアルタイムで動きます。回折された光の波長は“フェーズマッチング”により決まり、以下の式で表されます。

$$\lambda = \Delta n \alpha v / f a$$

$n$ はTeO<sub>2</sub>結晶の復屈折、 $a$ と $f a$ はそれぞれ音響波の速度と周波数、 $\alpha$ はAOTFのデザインによる複合パラメータを表します。従って、回折により選択された光の波長は、単純に入力するRFの周波数により変化することになります。図の様に、回折光の強度は2本の1次光(+)(-)に分散します。これらビームは

AOTFをチューナブルフィルタとして使用する場合は、非回折のプロード光をブロックするためにビームブロックを使用し、(+)(-)の単波長光を実験に使用します。ビーム間の角度はデバイスの設計によって異なりますが、通常2-3°です。選択された光のバンド幅は素子と駆動波長により異なり、最高1nmのFWHMまで可能です。透過効率は非常に高く（最高98%）で、2本の1次光(+)(-)に分散しています。AOTFのその他の特徴としては、RFパワーを変えることにより回折光の強度を正確にかつ迅速に変更できることです。

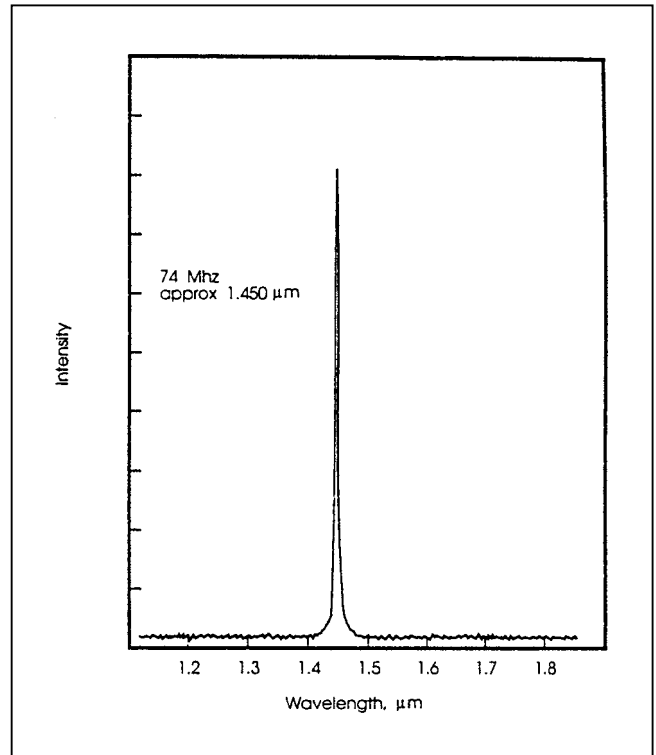


図15. AOTFからの出力プロット

## 7-2. 紫外-可視用AOTF

モデル番号	TEAF_-36-52	TEAF_-40-65	TEAF_-45-70	TEAF_-50-1.0
波長範囲	360-520nm	400-650nm	450-700nm	500-1000nm
駆動周波数	100-190MHz	220110MHz	180-100MHz	155-70MHz
光分解能	S/H (グラフ参照)			
駆動RFパワー	> 70% (アパーチャガイド参照)			
ピーク回折効率	0.5-1.5W (アパーチャガイド参照)			
RFコネクタ	SMA	SMA	SMA	SMA

\*\*\*対応する波長(周波数)は、光学システムのアライメントにより多少(±10%)変わる場合があります。

### 標準アパーチャー

アパーチャー	3.0x3.0mm	5.0x5.0mm	7.0x7.0mm	10.0x10.0mm
モデル番号	TEAF3-XX-YY	TEAF5-XX-YY	TEAF7-XX-YY	TEAF10-XX-YY
ピーク回折効率	90%	85%	75%	70%
駆動パワー	0.5-1.0W	0.5-1.0W	1.0-1.5W	1.0-1.5W
パッケージタイプ*	#170			
RFコネクタ	SMA	SMA	SMA	SMA

\*TEクーラーも取り付け可能です(オプション)

## 7-3. 可視用イメージングAOTF

モデル番号	TEAF_-40-65	TEAF_-45-70	TEAF_-50-1.0
波長範囲	400-650nm	450-700nm	500-1000nm
駆動周波数	220110MHz	180-100MHz	155-70MHz
光分解能	S/H (グラフ参照)		
ピーク回折効率	> 70% (アパーチャガイド参照)		
駆動RFパワー	1.0-1.5W (アパーチャガイド参照)		
RFコネクタ	SMA	SMA	SMA
ケースタイプ	#170	#170	#170

### 標準アパーチャー

アパーチャー	7.0x7.0mm	10.0x10.0mm
モデル番号	TEAF7-XX-YY	TEAF10-XX-YY
ピーク回折効率	75%	70%
空間分解能*	80-90line pair/mm	80-90line pair/mm
駆動パワー	1.0-1.5W	1.0-1.5W
パッケージタイプ**	#170	
RFコネクタ	SMA	SMA

その他アパーチャーサイズも対応致します。

\*空間分解能は光学倍率に依存します。上記の値はx10画像システムで測定された値です。

\*\*TEクーラーも取り付け可能です(オプション)

## 7-4. 赤外用AOTF

モデル番号	TEAF_-36-52	TEAF_-40-65	TEAF_-45-70	TEAF_-50-1.0
波長範囲	800-1600nm	1200-2000nm	1500-3000nm	2400-4500nm
駆動周波数	130-60MHz	90-50MHz	68-34MHz	40-20MHz
光分解能	S/H/EH (グラフ参照)			
回折効率	50%	50%	40%	35%
駆動RFパワー	2.0-4.0W (アパーチャガイド参照)			

### 標準アパーチャー

アパーチャー	3.0x3.0mm	5.0x5.0mm	7.0x7.0mm	10.0x10.0mm
モデル番号	TEAF3-XX-YY	TEAF5-XX-YY	TEAF7-XX-YY	TEAF10-XX-YY
駆動パワー	2.0-4.0W	2.0-4.0W	2.0-4.0W	2.0-4.0W
パッケージタイプ*	#170			
RFコネクタ	SMA	SMA	SMA	SMA

\*TEクーラーも取り付け可能です(オプション)

## 7-5. 赤外用高分解能AOTF (UHタイプ)

### 7-5. 高分解能赤外用AOTF

モデル番号	スペクトル範囲	対応する周波数	スペクトル分解能	回折効率
TEAF_-80-1.6-UH	800-1600nm	190-90MHz	S/H/EH	50%
TEAF_-1.2-1.7-UH	1200-1700nm	120-80MHz	S/H/EH	50%
TEAF_-1.5-2.4-UH	1500-2400nm	90-55MHz	S/H/EH	40%
TEAF_-2.4-3.2-UH	2400-3200nm	55-40MHz	S/H/EH	35%
TEAF_-3.2-4.5-UH	3200-4500nm	45-30MHz	S/H/EH	30%

上記デバイスには下記のアパーチャサイズが選ばれます。

### 標準アパーチャー

アパーチャー	3.0x3.0mm	5.0x5.0mm	7.0x7.0mm	10.0x10.0mm
モデル番号	TEAF3-XX-YY	TEAF5-XX-YY	TEAF7-XX-YY	TEAF10-XX-YY
駆動パワー	2.0-4.0W	2.0-4.0W	2.0-4.0W	2.0-4.0W
パッケージタイプ*	#170			
RFコネクタ	SMA	SMA	SMA	SMA

\*TEクーラーも取り付け可能です(オプション)

## 7-6. ラマン分光用高分解能AOTF

モデル番号	TEAF5-40-.65UH
スペクトル範囲	400-650nm
対応周波数範囲	200-400MHz
スペクトル分解能	1.5 @400nm
ラマン分光用高分解能AOTF	3.2 @633nm
RF駆動パワー	2.0W
遅延	10 μ秒
立ち上がり時間	30 μ秒
入射/出力偏光	垂直/水平
RFコネクタ	SMA
許容角度	± 1.5 °
回折効率	>50%
光学アパーチャー*	5x7mm

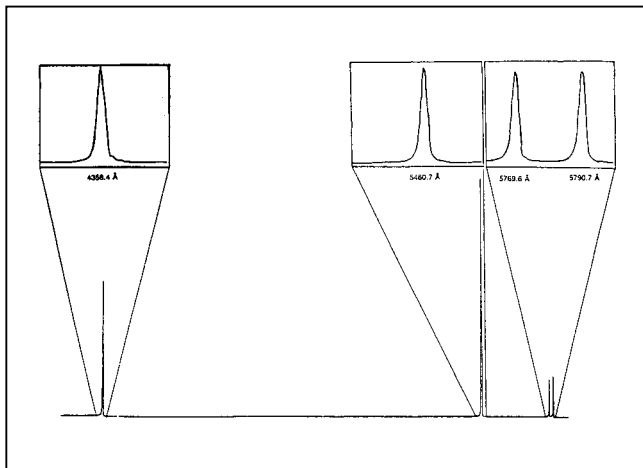


図16. AOTFを使用したプロトタイプ分光器による小型水銀ランプの可視スペクトル

## 7-7. AOTFコントローラー

### 7-8. -DDS コントローラー

(Direct Digital RF Synthesizer)

DDSモデルAOTFコントローラーは、IBM互換機PCシステムで駆動させるアンプ付ダイレクトデジタルRFシンセサイザーボードです。DDSボードは、直接AOTFと接続する外部RFアンプユニットを接続します。インターフェイスユニットは標準の110VAC, 60Hzあるいは220VAC 50Hzラインに1.5Aの電気容量で駆動します。

周波数*	100-200MHz
周波数ステップサイズ**	30Hz
周波数精度	0.01%精度( 100ppm ); 15-75
周波数スイッチ速度	最高250 μ秒( fminからfmax )
位相ノイズ	<-45dBc/Hz@1kHz in 1Hzバンド幅
出力	通常+33dBm( 2W )***
出力制御	25dBレンジ( 最小 )の12bitアッテネータ
出力インピーダンス	50
出力コネクタ	フロントパネル上のSMAジャック

\*AOTFコントローラーの周波数範囲はご購入されたAOTF素子に必要とされる範囲のみ駆動可能です。コントローラーカードは、各素子のパラメーターが出荷前に入力されています。

\*\*これは、RFドライバーのパラメーターであり、AOTF素子の分解能はありません。

\*\*\*2.0Wは標準仕様です。

#### <アプリケーション>

TeO<sub>2</sub>AOTFの波長制御

マルチレーザ光ライン選択のプログラミング制御

AOTFの1次、2次回折光の波長選択と強度変調

コヒーレント、非コヒーレントレーザ光の出力強度制御

#### <必要なコンピューター>

16bit ISA、拡張スロットを搭載したIBM互換機（英語版OSが望ましい）

#### <付属ソフトウェア>

付属ソフトウェアでは出力RF信号の周波数と強度の制御が可能です。DOSを制御する簡単なグラフィックインターフェイスを持つWindows 3.11/95バージョンでの供給になります。

#### <オプション>

##### RF変調オプション

A.M. アナログ強度変調

A.S.K. 強度シフトキーあるいはデジタル強度変調

F.M. アナログ周波数変調

F.S.K. 周波数シフトキーあるいはデジタル周波数変調

P.A.M. パルス強度変調（内部/外部パルスジェネレーター）

##### その他オプション

DCn カスタム電源DC “n” ポルト

B RF出力にBNCコネクタ使用

E 200-250VAC 50-400Hz電源  
M O.E.M.あるいは特注パッケージ  
X, Y, Z 特殊なオプション仕様

#### 7-9. -PPS コントローラー

(PC controlled AOTF driver)

PPSモデルAOTFコントローラーはAC電源込みの単体型のRF周波数シンセサイザーです。PCの平行ポート(プリンターポート)にDB25コネクタケーブルを接続し周波数制御をおこないます。

周波数*	100.0-200.0MHz
周波数ステップサイズ**	15.625Hz
周波数精度	0.010%精度(100ppm) 0-60
周波数スイッチ速度	最高15m秒( fminからfmax )
位相ノイズ	<-45dBc/Hz@1kHz in 1Hz/バンド幅
出力	通常+33.0dBm( 2W )***
出力制御	20dB可変アンプ( オプション )
出力インピーダンス	50
出力コネクタ	フロントパネル上のSMAジャック

\*周波数範囲はご購入されたAOTF素子に必要とされる範囲に調整済。

\*\*2.0Wは標準仕様です。30W出力はオプション。AOTFにより、最大RF出力レベルは出荷前に設定済。

#### <アプリケーション>

TeO<sub>2</sub>AOTF波長制御

内蔵フィードバック制御ループを用いたコヒーレント、非コヒーレントレーザ光の出力強度制御

#### <フロントパネルのコントローラー>

- 1.電源スイッチ
- 2.パワー出力コネクタ ( SMA )

#### <必要なコンピューター>

プリンター ( 平行 ) ポート付のIBM互換機 ( PC、XT、AT、英語版OSが望ましい )。

#### <付属ソフトウェア>

付属ソフトウェアはシンセサイザーがPCの平行ポートに接続しているとき出力RF信号の周波数と強度を制御します。PPSを制御する簡単なグラフィックインターフェイスを持つDOSバージョンでの供給になります。

#### <オプション>

RF変調オプション

- A.M. アナログ強度変調
- A.N. 0-20dBのRFアッテネター ( フロントパネルノブ )
- A.S.K. 強度シフトキーあるいはデジタル強度変調
- F.M. アナログ周波数変調
- F.S.K. 周波数シフトキーあるいはデジタル周波数変調

P.A.M. パルス強度変調 ( 内部/外部パルスジェネレーター )  
その他オプション

- DCn カスタム電源DC “ n ” ボルト
- B RF出力にBNCコネクタ使用
- E 200-250VAC 50-400Hz電源
- M O.E.M.あるいは特注パッケージ
- X, Y, Z 特殊なオプション仕様

#### 7-10. -SPSコントローラー

(PC controlled AOTF driver)

SPSモデルAOTFコントローラーは、AC電源込みの単体型のRF周波数シンセサイザーです。PCのシリアルポートにDB-9コネクタを接続し周波数制御をします。

周波数*	100.0-200.0MHz
周波数ステップサイズ**	15.625Hz
周波数精度	0.010%精度(100ppm) 0-60
周波数スイッチ速度	最高15m秒( fminからfmax )
位相ノイズ	<-45dBc/Hz@1kHz in 1Hz/バンド幅
出力	通常+33.0dBm( 2W )***
出力制御	20dB可変アンプ( オプション )
出力インピーダンス	50
出力コネクタ	フロントパネル上のSMAジャック

\*周波数範囲はご購入されたAOTF素子に必要とされる範囲に調整済。

\*\*2.0Wは標準仕様です。30W出力はオプション。AOTFにより、最大RF出力レベルは出荷前に設定済。

#### <アプリケーション>

TeO<sub>2</sub>AOTFの波長制御

内蔵フィードバック制御ループによるコヒーレント、非コヒーレントレーザ光の出力強度制御

#### <フロントパネルのコントローラー>

- 1.電源スイッチ
- 2.パワー出力コネクタ ( SMA )

#### <必要なコンピューター>

シリアルポート付IBM互換機 ( PC、XT、AT、英語版OSが望ましい )。

#### <付属ソフトウェア>

付属ソフトウェアはシンセサイダーがPCのシリアルポートに接続しているとき出力RF信号の周波数と強度の制御が可能です。SPSを制御する簡単なグラフィックインターフェイスを持つWindows 3.11/95バージョンでの供給になります。

#### <オプション>

RF変調オプション

- A.M. アナログ強度変調
- A.N. 0-20dBのRFアッテネター ( フロントパネルノブ )

A.S.K. 強度シフトキーあるいはデジタル強度変調  
 F.M. アナログ周波数変調  
 F.S.K. 周波数シフトキーあるいはデジタル周波数変調  
 P.A.M. パルス強度変調 (内部/外部パルスジェネレーター)

B RF出力にBNCコネクタ使用  
 E 200-250VAC 50-400Hz電源  
 M O.E.M.あるいは特注パッケージ  
 X, Y, Z 特殊なオプション仕様

その他オプション

DCn カスタム電源DC “n” ボルト  
 B RF出力にBNCコネクタ使用  
 E 200-250VAC 50-400Hz電源  
 M O.E.M.あるいは特注パッケージ  
 X,Y,Z 特殊なオプション仕様

周波数*	100.0-200.0MHz
周波数制御	フロントパネル上のBNCコネクタからの0-10V入力(0-5V:オプション)
周波数精度	15分のウォームアップ後、一定温度で1%精度
スキャン速度	最小50 $\mu$ 秒(電圧チューニングにより最小から最大までチューニング)
出力	通常+33.0dBm(2W)**
出力制御	20dB可変アンプ(オプション)
変調	TTLあるいはアナログAM/アナログFM(全てオプション)
出力インピーダンス	50
出力コネクタ	フロントパネル上のSMAジャック

\*周波数範囲はご購入されたAOTF素子に必要とされる範囲に調整済。

\*\*2.0Wは標準仕様です。30W出力はオプション。AOTFにより、最大RF出力レベルは出荷前に設定済。

7-11. -VCO コントローラー

(Voltage controlled AOTF driver)

VCOモデルAOTFコントローラーはAC電源込み単体型のRF周波数ドライバーです。

<アプリケーション>

TeO<sub>2</sub>と水晶AOTFの両波長制御に対応します。  
 内蔵フィールドバック制御ループを用いた、コヒーレント、非コヒーレントレーザ光の出力強度制御

<フロントパネルのコントローラー>

- 1.アンプ制御ノブ(オプション)
- 2.電源スイッチ
- 3.パワー出力コネクタ(SMA)

<オプション>

RF変調オプション

A.M. アナログ強度変調  
 A.N. 0-20dBのRFアッテネ - ター(フロントパネルノブ)  
 A.S.K. 強度シフトキーあるいはデジタル強度変調  
 F.M. アナログ周波数変調  
 F.S.K. 周波数シフトキーあるいはデジタル周波数変調  
 P.A.M. パルス強度変調(内部/外部パルスジェネレーター)

その他オプション

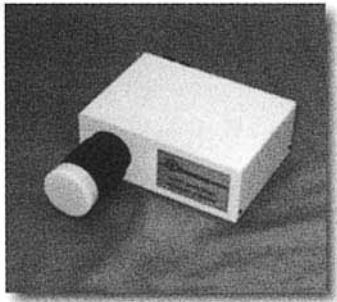
DCn カスタム電源DC “n” ボルト





## 8. AOTF画像システム

### (AOTF Imaging System)



#### 8-1. Introduction

Brimroseは特殊な音響光学チューナブルフィルター (Acoust-Optic Tunable Filters) 製作を担う世界有数のメーカーです。様々なアプリケーションに対応する最先端のAOTF画像システムを開発しております。

可視領域のAOTF顕微鏡システムは画像スペクトルアプリケーション用途に開発されました。また、NIR-MIR近赤外-中赤外領域 (1.2-4.5ミクロン) マクロスpectル画像システムは、ポリマーのオンラインプロセスモニタリングや廃棄物ソートのアプリケーション用に開発されました。新しいAOTFビデオアダプター (1×または2×) はあらゆる種類の顕微鏡にマウント可能で、生物医療および半導体のアプリケーション等にも応用できます。特別設計のFOV1-40°の可視およびNIR、MIRスペクトル画像システムは、自然環境モニタリングやリモートセンシングに使えます。これらのうちのいくつかは、量産のアプリケーションにも対応します。このシステムに関してお客様からは下記のようなご質問を多く聞かれます。

#### < 1. システムの波長範囲はどの程度取れるのですか? >

システム波長範囲は中に使われるAOTF素子のタイプによります。一般的に一つの素子では1ドライブ (RF) オクターブカバーできます。必要な波長範囲が広すぎる場合は拡張範囲AOTFが必要です。さらに、光学システムは必要な波長範囲に対して色収差なしでなければなりません。可視およびNIRのシステムは、多くの汎用光学部品やサブシステムが出回っているため製作は比較的簡単です。MIR領域では透過材料が非常に限られるため、反射光学系はより良い仕様を得られますが光学設計はより困難になります。

#### < 2. システムのアパーチャとFOVはどれくらい大きいのですか? >

音響光学フィルターは波長によって異なる入射開口角と分離角を持ちます。システムはこれらの角度に精密に合わせた光学設計がされます。通常、AOTFは大きなアパーチャでは小さな

視野 (FOV) 小さなアパーチャでは大きなFOVが得られます。BrimroseではAOTF顕微鏡と望遠鏡システム開発のための卓越した技術を持っています。大きなアパーチャとFOV両方を持つシステムは依然いくつかの問題が存在し困難ですが、大きなFOVあるいはアパーチャを持つシステムは可能です。

#### < 3. AOTF画像システムのスペクトル分解能は? >

AOTFのスペクトル分解能はAOTFの設計と波長の二乗 ( $\lambda^2$ ) に比例します。これは、スペクトル分解能が波長に比例する従来のグレーティングシステムとは全く異なります。Brimroseでは標準と高スペクトル分解能システムを供給しております。

#### < 4. AOTFからは、どの程度の空間分解能が得られますか? >

AOTF単体は画像分光システムではありません。これは、光学プレートや回折格子とは逆にAOTFには空間分解能という定義はありません。

AOTFのアパーチャは、結晶サイズと理論上8°以下の入射開口角ということから制限があります。現在、我々は世界最大12×12mmのAOTFが供給できます。AOTFは光学システムのアパーチャストップ (このサイズはAOTFよりも大きい) の近くに置かれます。それから、AOTFのアパーチャはシステムの本来的アパーチャとなり、画像プレーン上に回折が制限されたスポットが得られます。このスポットサイズは波長に依存し、最大分解ピクセル数で表されます。例えば、最大分解ピクセル数は1μでは1200×1200、一方、5μでは240×240のみです。

多くのお客様がCCDカメラ上の空間分解能をお尋ねになります。空間分解能は、容易に上記の数から求められます。もし、CCDカメラが水平方向に6.4mmで分解ピクセル数が1μで1200の場合、CCD感度部分の空間分解能は187.5line pair/mmとなります。

上記に定義された空間分解能は画像プレーン上のものです；しかし、顕微鏡をお使いのお客様は、対物プレーン上の定義が好まれます。もし、顕微鏡の対物レンズ (40×) のFOVが0.45mmであれば、空間分解能は1μで2666line pair/mmとなります (他要因の影響は計算に入っていません)。

#### < 5. 波長チューニング中に画像は動きますか? >

回答はイエスでもありノーでもあります。AOTFをシステムのどの位置に配置するかで決まります。Brimroseは、画像の動きを最小限に抑えるベストの設計を施します。

#### < 6. CCDカメラの代わりにポイントデテクターは使用できますか? >

はい、我々は画像プレーン上にポイントデテクターを位置し、その場合、より小さいサイズのAOTFを使用します。シグナルは、FOVの平均となります。これによりAOTFシステムのコストダウンが図れます。また、フレーム範囲の制限はありませんので、シグナル速度は非常に速くできます。この方法では、スペクトル画像は得られませんが、波長スイープさせた場合の

スペクトルは得られます。

## 8-2. AOTF顕微鏡アダプターMIM-100

音響光学チューナブルフィルター（AOTF）顕微鏡ビデオアダプターの最新シリーズを紹介します。このアダプターは可視およびNIRスペクトル画像用に設計されています。MIM-100の接続部分は国際規格に合ったものです。これは、ビデオポートあるいはアイピースチューブを持つどんな顕微鏡にも接続できます。BrimorseシンセサイザーとAOTFシステムは、狭いバン

ド幅で、250 μ秒で高速波長選択および強度制御ができます。波長範囲はお客様の顕微鏡とAOTF素子により決まります。AOTF顕微鏡の光分解は高く、最高1500×2400TV linesが得られます。

### <アプリケーション>

生物医療産業における、通常の蛍光、ラマンスペクトルイメージング

マイクロ電気産業の品質・プロセス制御

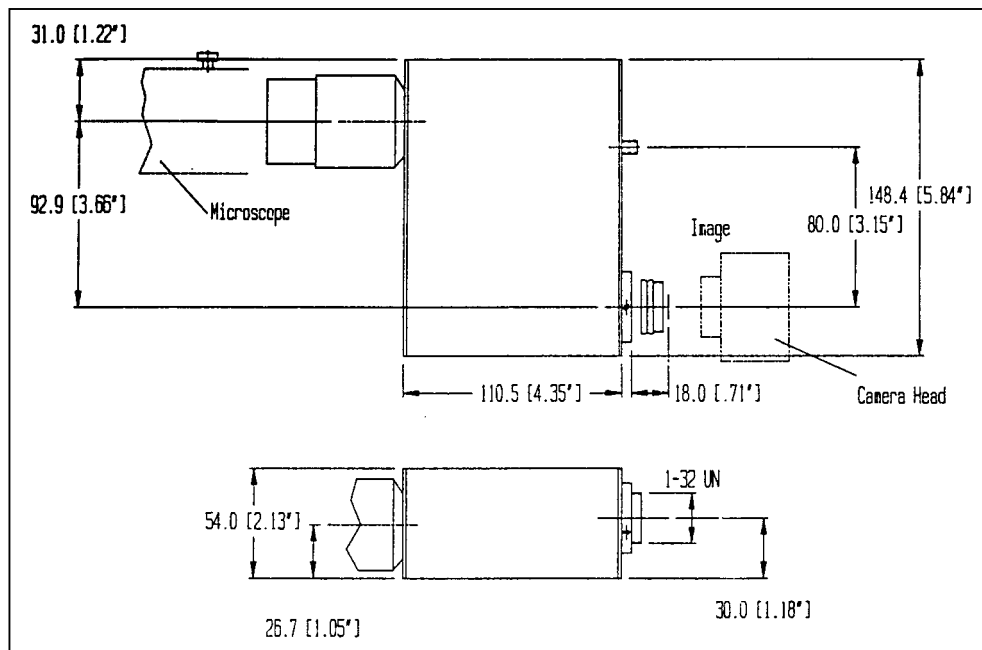


図17. MIM-100

### <MIMシリーズ>

仕様	MIM100-40-.65*	MIM100-.50-1.0*
素子タイプ	イメージングAOTFアパーチャ10×10mm( CCDセンシングエリアによる)	
波長範囲	400-650nm	500-1000nm
光分解能	標準 1.5nm@450nm	6nm@800nm
	高分解能 1.0nm@450nm	3nm@800nm
空間分解能	1/2" CCD, 550nm	480TVライン@500
倍率	1× with 1/2" CCD**	1× with 1/2" CCD**
顕微鏡	NIKONビデオポート( 標準ビデオポート、接眼レンズも接続可能 )	
カメラとの接続	Cマウント***	Cマウント***
CCDカメラ	1/2"、2/3"、1"****	1/2"、2/3"、1"****
駆動パワー	1-2W	1-2W
RFコネクタ	SMA	SMA
駆動周波数	107~213MHz	68~150MHz
重量	0.30Kg	0.30Kg
外形(W×L×H)	110.5×148.4×54.0mm	110.5×148.4×54.0mm

\* 標準または高分解能タイプ。

\*\* その他の倍率にも対応できます。

\*\*\* その他のマウントにも対応できます。

\*\*\*\* その他のセンシングエリアにも対応できます。

### 8-3. AOTFカメラビデオアダプターCVA-100

音響光学チューナブルフィルター（AOTF）カメラビデオアダプターの最新シリーズを紹介します。このアダプターは可視スペクトル画像用に設計されています。CVA-100は、AOTFの前にNIKONのスタンダード35mmSRL対物レンズが付属しています。BrimorseシンセサイザーとAOTFシステムは、狭いバンド幅で、250 μ秒で高速波長選択および強度制御ができます。波長範囲の設定はお客様のカメラレンズとAOTF素子によります。AOTFカメラアダプターの光分解は高く、最高1000 ×

2600TV linesが得られます。

#### <アプリケーション>

研究および産業アプリケーション  
 自然環境科学とリモートセンシング  
 生物学および生物医療研究  
 オンライン品質・プロセス制御  
 農産物モニタリング

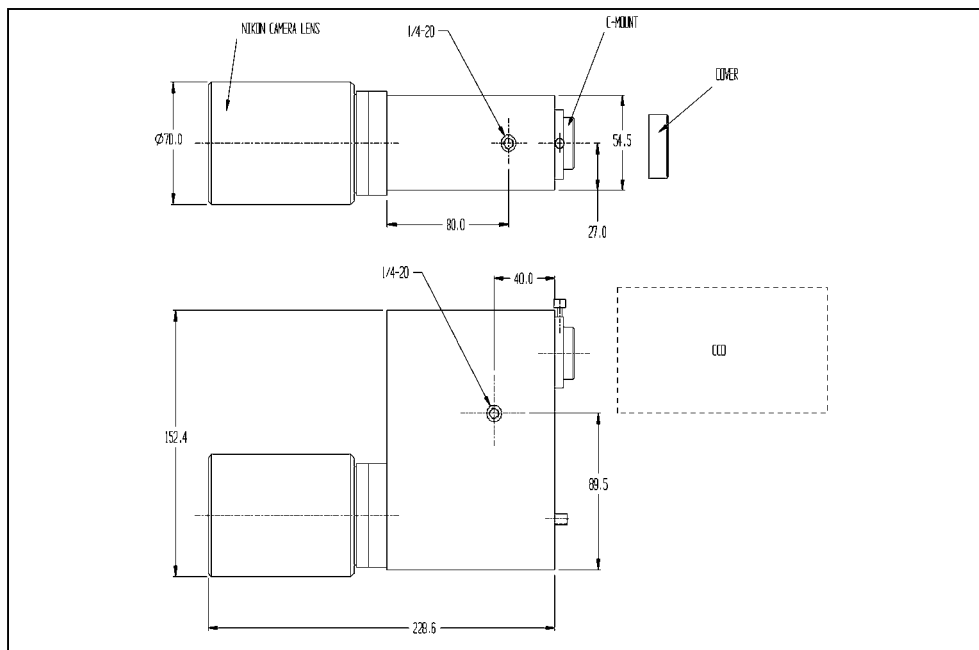


図18. CVA-100

#### <CVAシリーズ>

仕様	CVA100-.40-.70*
素子タイプ	画像品質AOTFアパーチャ10×10mm( CCDセンシングエリアによる)
波長範囲	400-700nm
光分解能 標準	1.5nm@450nm
高分解能	1.0nm@450nm
空間分解能	480TVライン
動作距離	カメラレンズによる
視野角	CCDセンシングエリアによる
前部対物レンズとの接続	NIKON35mmSRLカメラレンズ
カメラとの接続	Cマウント
CCDカメラ	1/2", 2/3", 1"
駆動パワー	1-2W
RFコネクタ	SMA
駆動周波数	107 ~ 213MHz
重量	0.38Kg
外形(W×L×H)	152.4×228.6×54.5mm

- \* 標準または高分解能タイプ。
- \*\* その他の倍率にも対応できます。
- \*\*\* その他のマウントにも対応できます。
- \*\*\*\* その他のセンシングエリアにも対応できます。

#### 8-4. AOTF望遠鏡ビデオアダプター-TVA-100

音響光学チューナブルフィルタ (AOTF) 望遠鏡ビデオアダプターの最新シリーズを紹介します。このアダプターは可視、NIRおよびラマンスペクトル画像用に設計されています。TVA-100は、AOTFの前に最適な望遠鏡対物レンズが付属しています。FOVは1.5°あるいは10°で、その他もご要望に応じます。BrimorseシンセサイザーとAOTFシステムは、狭いバンド幅で250 μ秒で高速波長選択および強度制御ができます。波長範囲

の設定はお客様の望遠鏡とAOTF素子によります。AOTF顕微鏡の光分解は高く、最高1500×2500TV linesが得られます。

#### <アプリケーション>

自然環境科学とリモートセンシング  
 オンライン品質・プロセス制御  
 農産物モニタリング

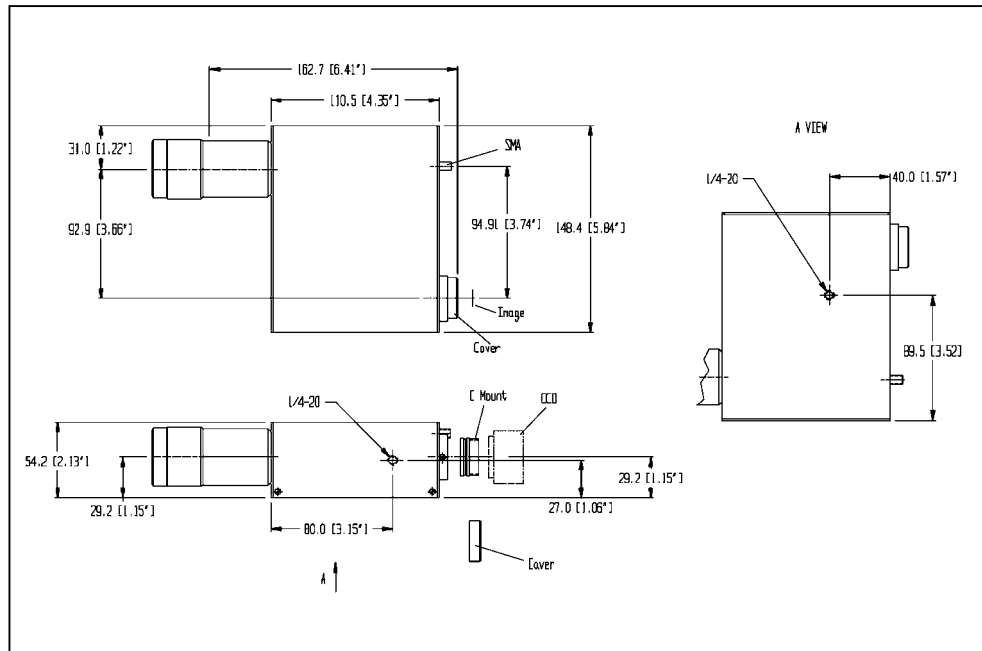


図19. TVA-100

#### <TVAシリーズ>

仕様	TVA100-40-65*	TVA100-50-1.0*
素子タイプ	画像品質AOTFアパーチャ10×10mm( CCDセンシングエリアによる)	
波長範囲	400-650nm	500-1000nm
光分解能 標準	1.5nm@450nm	6nm@800nm
高分解能	1.0nm@450nm	3nm@800nm
空間分解能( 1/2 "CCD, 550nm , 10 FOV )	480TVライン @500nm	480TVライン @500nm
動作距離 最小		< 1.0m
最大		無限大
視野角		1.5°、10°***
カメラとの接続		Cマウント***
CCDカメラ		1/2"、2/3"、1"****
駆動パワー		1-2W
RFコネクター		SMA
駆動周波数	107 ~ 213MHz	68 ~ 150MHz
重量		0.38Kg
外形 (W×L×H)		184.2 × 148.5 × 54.0mm

\* 標準または高分解能タイプ。  
 \*\* その他の倍率にも対応できます。  
 \*\*\* その他のマウントにも対応できます。  
 \*\*\*\* その他のセンシングエリアにも対応できます。

### 8-5. AOTFチューナブル光源TLS-100

AOTFチューナブル光源はBrimroseの最新開発製品です。AOTFチューナブル光源は、250μ秒までの速度での波長スイッチ、あるいは多周波数を同時に入力し、マルチラインを同時に得ることが必要な時間分解顕微鏡アプリケーション用に設計されています。

この光源は、多種の顕微鏡（Zeiss Axisoskop 6、Axioplan、NIKON Diaphot 200/300）に対応する異なる接続部分を持っ

くつかのバージョンがあります。他の顕微鏡用のものも製作可能ですので、お問い合わせ下さい。

#### <アプリケーション>

生物医療産業の通常の蛍光分析、ラマン時間分解スペクトルイメージング

マイクロ電機産業の品質・プロセス制御

その他OEMアプリケーション

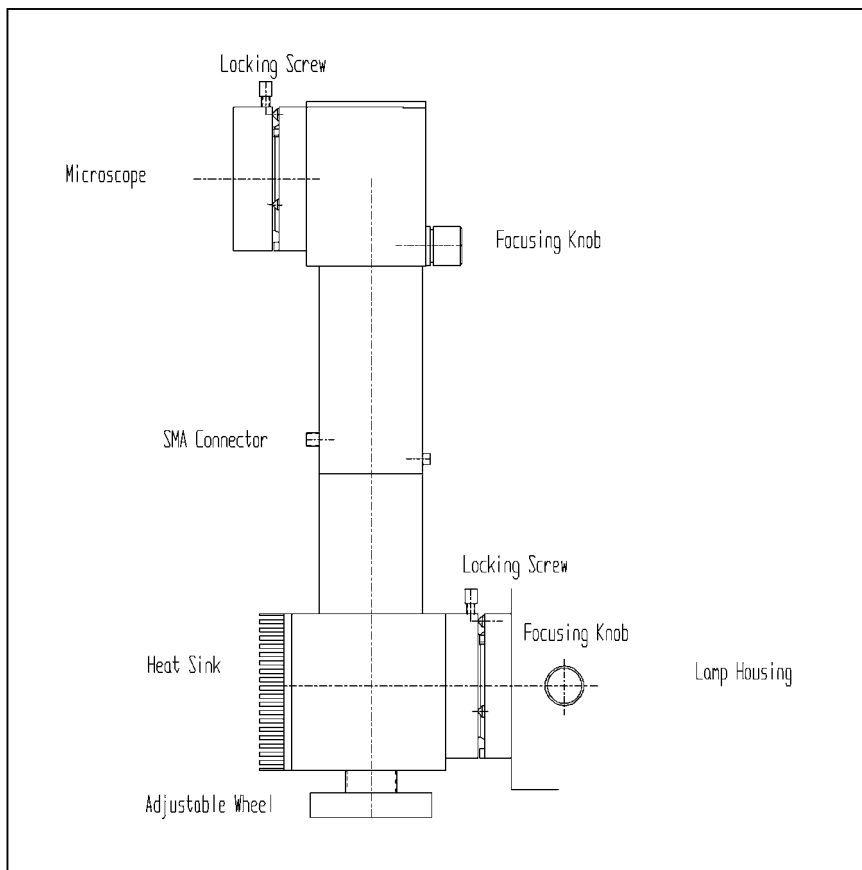


図21. TLS-100

#### < TLSシリーズ >

仕様	TLS100-38-60S
素子タイプ	画像品質AOTFアパーチャ12×12mm
波長範囲	380-600nm
光分解能	80 @380nm、100 @600nm
接続	NIKON、Zeiss顕微鏡
通常スループット	5-6mW@530nm, 100mWマーキュリーアークランプ
駆動パワー	2-3W
RFコネクタ	SMA
駆動周波数	115 ~ 230MHz
重量	2.4Kg
外形 (W×L×H)	70×107.7×348.7mm

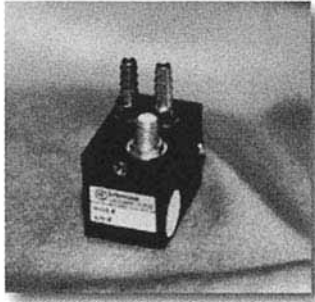
TEL 03-3356-1064

FAX 03-3356-3466



# 9. AO Qスイッチ

## (Acousto-Optic Q-switch)



### 9-1. Introduction

#### <特徴、アプリケーション>

- 高いダメージしきい値
- 80MHzまでのRF周波数に対応
- アナログ強度変調
- デジタルON/OFFスイッチング
- 水冷またはTE冷却
- 低コスト

AOデバイスは長い間様々な共振器アプリケーションに用いられてきました。これらのアプリケーションは、0次光を使用する場合と、1次光を使用する場合と大きく2に分類できます。0次光を用いるアプリケーションのひとつがAOQスイッチです。Qスイッチングレーザーは、実際可変キャビティロスレーザーとも言えます。通常レーザーはゲインよりもキャビティロスの方が大きい状態にしています。従ってレーザー発振は起こらず、励起源は非常に高密度の反転を生産します。その後キャビティロスが急激に減少すると、非常に強烈な放射パズルが

得られます。

Brimrose社では工業用または理化学用のアプリケーションに最適なAO Qスイッチシステムを提供しています。トランスデューサーは最先端の真空金属接着法により結晶に貼り付けられ、非常に高い効率でRFエネルギーを音響エネルギーに変換するように設計されています。また、Qスイッチからの発熱、熱交換には細心の注意を払っています。Qスイッチは、光学グレードの二酸化テリル、熔融石英等の音響光学媒体が使用され、光学面はブリュースターカットあるいは同等のハイパワーアプリケーション用ARコートを施します。このような高い信頼性を持つAOQスイッチを安価で提供しております。

### 9-2. FSQシリーズ (SiO<sub>2</sub>、ブリュースターカット)

モデル番号	FSQ-24-2-BC	FSQ-27-5-BC	FSQ-80-5-BC
波長	1064nm	1064nm	1064nm
材質		石英 (SiO <sub>2</sub> )	
パワー強度	100W/mm <sup>2</sup>	100W/mm <sup>2</sup>	100W/mm <sup>2</sup>
中心周波数	24MHz	27MHz	80MHz
アパーチャー	2mm	2mm	1mm
ビーム径	0.7mm	0.7mm	0.6mm
立ち上がり時間	100nsec	100nsec	85nsec
デジタル変調帯域	2MHz	5MHz	6.5MHz
透過率	99.8%	99.8%	>99.5%
回折効率	30%	30%	25%
消光比	1000:1	1000:1	1000:1
波面収差	/10	/10	/10
プラグ角(@1064nm)	2.5mrad	2.5mrad	7mrad
分離角(@1064nm)	5mrad	5mrad	14mrad
音響速度	5.96E+3m/sec	5.96E+3m/sec	5.96E+3m/sec
最大FRパワー	15W	15W	10W
入力インピーダンス	50	50	50
V.S.W.R	2:1	2:1	2.1:1
偏光	直線偏光 (音響波に対し垂直)		
ケースタイプ	#90	#90	#140
駆動ドライバー	FFH-24-B3-F15	FFH-27-B3-F15	FFH-80-B3-F10

### 9-3. 周波数ドライバー (対応モデル: FSQ-24-2, FSQ-27-5, FSQ-80-5-BC)

モデル番号	FFH-24-B3-F15	FFH-27-B3-F15	FFH-80-B3-F10
周波数	24MHz	27MHz	80MHz
周波数コントロール	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ		
周波数精度	0.015%	0.015%	0.015%
出力	15W	15W	10W
	出力は各AO素子で一番効率がとれるように最適化された値		
Harmonic content	-10dBc	-10dBc	-10dBc
安定性	駆動から15分後、0.0015%以上		
内部パルス発生器	パルス幅200 ~ 500nsec ± 10%可変。パルスジェネレーター繰り返し5000Hz ~ 100kHzまで可変。パルス/スタンバイ、内部/外部トリガースイッチがフロントパネルについています。		
変調	パルスモジュレーション、フロントパネルのBNCコネクタを通してpulsemonitoroutputが得られます。		
出力保護	使われているパワー増幅は、ダメージを受けない範囲での無限のV.S.W.Rを許容出来るものである。適切なRF負荷でつながれている時のみ、仕様出力を満たす。		
駆動パワー	117VAC ± 10%、50 ~ 60Hz、最大50W		
外観	ドライバーは空冷で、奥行き8.75インチ、横7.5インチ、高さ3.5インチのケースで覆われており、内部にはファンが入っています。このサイズにコネクタ部分は含まれておりません。		
動作環境	0 から最大50 まで。湿気などに対する加工は、施しておりません。		

#### 9-4. TEQシリーズ (TeO<sub>2</sub>)

モデル番号	TEQ-27-4-BC	TEQ-80-20-BC
波長	2940nm	800nm
材質	二酸化テルル (TeO <sub>2</sub> )	
アパーチャー	1.5mm	3mm
中心周波数	27MHz	80MHz
変調帯域	4MHz	20MHz
透過率	>95%	>95%
回折効率	>50%	>65%
立ち上がりピーム径	150/630 nsec/μm	80/400 nsec/μm
消光比	>1000:1	>1000:1
波面収差	/10	/10
分離角 (@1064nm)	1 deg. @2940nm	0.9 deg. @800nm
音響速度	4.2E+3m/sec	4.2E+3m/sec
最大FRパワー	15W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	直線	音響波に対して垂直
ケースタイプ	#90	#60
駆動ドライバー	FFH-27-B3-F15	FFH-80-B3-F10

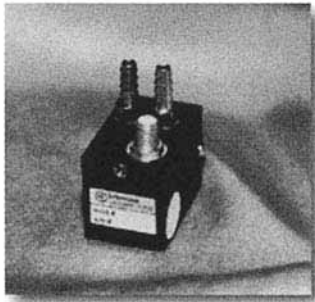
#### 9-5. 周波数ドライバー (対応モデル: FSQ-24-2, FSQ-27-5, FSQ-80-5-BC)

モデル番号	FFH-27-B3-F15	FFH-80-B3-F10
周波数	27MHz	80MHz
周波数コントロール	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ	
周波数精度	0.015%	0.015%
Harmonic content	≤-10dBc	≤-10dBc
安定性	駆動から15分後、0.0015%以上	
出力	15W	1W
内部パルス発生器	出力は各AO素子で一番効率がとれるように最適化された値 パルス幅200 ~ 500nsec ± 10%可変。パルスジェネレーター繰り返し5000Hz ~ 100kHzまで可変。パルス/スタンバイ、internal/externaltriggerスイッチがフロントパネルについています。	
変調	パルスモジュレーション、フロントパネルのBNCコネクタを通してpulsemonitoroutputが得られます。	
出力保護	使われているパワー増幅は、ダメージを受けない範囲での無限のV.S.W.Rを許容出来るものである。適切なRF負荷でつながれている時のみ、仕様出力を満たす。	
駆動パワー	117VAC ± 10%、50 ~ 60Hz、最大50W	
外観	ドライバーは空冷で、奥行き8.75インチ、横7.5インチ、高さ3.5インチのケースで覆われており、内部にはファンが入っています。このサイズに、コネクタ部分は含まれておりません。	
動作環境	0 から最大50 まで。湿気などに対する加工は、施しておりません。	



# 10. AOモードロッカー

## (Acousto-Optic Mode Lockers)



### 10-1. Introduction

レーザーからの出力は通常、共振器の縦モード周波数に相当するある周波数の同調から成り立っています。これらの周波数は、以下の式で与えられます。

$$V_{mnq} = \frac{c}{2L} \left[ (q+1) + \frac{m+n+1}{\pi} \arccos \sqrt{\left(1 - \frac{L}{r_1}\right) \left(1 - \frac{L}{r_2}\right)} \right] \dots\dots\dots(1)$$

Cは光の速度、Lは共振器の光路長、 $r_1$ 、 $r_2$ は共振器に使われている2枚のミラーの曲率を表します。縦モード指数はqで表される一方、横モード指数はm、nで表されます。m、n、qの値は、共振器内光学フィールドの、軸nodalポイント（例：E=0のところのポイント数）を指します。(1)の式より、縦モード周波数 $V_{mnq}$ は平行プレーンキャビティの空間と等しく（ $r_1=r_2=$ 、固体レーザーで使用する周波数として）、交差プレーンではnodalポイントは存在しないことから最も好まれる動作モードとされている、最少オーダーの横モード（ $m=n=0$ ）と等しくなります。隣接した縦モード間の周波数スペース $V_0$ は以下の式で与えられます。

$$V_0 = c / 2L \dots\dots\dots(2)$$

例えばキャビティの光路長が $L=1.5m$ だとすると以下のようになります。

$$V_0 = 3 \times 10^8 / (2 \times 1.5) = 100MHz$$

ある特定のレーザービームに存在する縦モードの実際値Nは、ゲインがレーザーの発振しきい値を越えたところのゲインプロファイル内の縦モードの数によって決められます。通常、様々な縦モードの相対的な位相はランダムなので、従って、レーザー出力の総強度は存在するモードの強度合計によって与えられます。その合計は、Nにシングル縦モードの強度をかけたものとおおよそ一致します。モードロッキング技術は、実際は位相ロ

ック（様々な縦モードの中から関連する位相の差を補正してそれらを連結させる）のプロセスと言えます。これに関してFourier分析から説明される3つの結論が出てきます。第1は、 $V_0$ （相対的な位相差の補正をしたもの）により周波数スペースで分離された信号の重複像が与えられ、その結果が光パルストレインです。このパルスの連続周期Tは以下の通りです。

$$T = 1/V_0 = 2L/c \dots\dots\dots(3)$$

例えば $V_0=100MHz$ の時 $T=10ns$ です。第2に、各光パルス幅 $t$ は、ロックされた縦モードの総数N反比例して、以下の式とおおよそ等しくなります。

$$\Delta\tau = 1/N \cdot T \dots\dots\dots(4)$$

もし、 $N=10^4$ 、 $T=10ns$ なら、 $t=1ps$ です。最後に、それぞれのライトの増幅Eはロックされた横モードに比例して、おおよそ $E=NE_0$ に等しくなります。ここで $E_0$ は、個々の横モードの増幅になります。結果として、それぞれのライトパルスの強度は以下の式で与えられます。

$$I = N^2 I_0 = NI \dots\dots\dots(5)$$

$I_0$ 、 $E_0^2$ はシングル縦モードの強度で、 $I=NI_0$ はモードロッキングしていない時の強度です。(4)、(5)式によれば、レーザーのN値が大きくなるに従い、より良いモードロッキングと言えます。N値を最大にすると、得られるゲインは広げられ、レーザーの発振しきい値は最少になります。

基本的なモードロックの方法に、(3)式で与えられる、Tの周期で周期的なキャビティロス誘導するものがあります。この周期的キャビティロスは様々な横モードの位相ロッキングに相当する規則で、光パルストレインをフィルターするための役割を果たします。特に洗練されたこの周期的キャビティロスの導入として、音響定在波(acoustic standing wave)AO素子を使用した場合があります。定在波 AO素子は、電極面と向かいあった面に音響吸収材はありません。電極面（トランスデューサーが接着している面）と逆面は平行になり、付加する音響波を反射します。結果的に音響定在波は本来の音響波に対し2倍の周波数を持ちます。仮に $f_0$ を本来の音響波とすれば、AO媒体中の反nodalポイントにかかる負担は、 $2f_0$ 周波数において最大と最少を循環します。AO素子の定在波における音響波周波数を以下の式としたとき、

$$f_0 = v_0 / 2 = c / 4L \dots\dots\dots(6)$$

周波数の周期的なキャビティロス $f_0$ が生成され、目的とするモードロッキングを得ることができます。AO素子は、プ

リユースターあるいはRaman-Nath方式で駆動します。音響定在波を得るために、音響波伝搬方向に対して垂直な2つの面は、厳密に平行でなければなりません。また、これら2面の距離Wは  $1/2$  の整数倍に等しくならなければなりません。は  $10\mu\text{m}$  オーダーなのに対し、これら2面の距離は通常約10mmなので、前もってこの条件を満たすことはほとんど不可能です。その代わりに、ドライバーの周波数 $f_0$ を可変に、定在波をAO媒体の中で確立することが可能になります。またキャビティー内のミラーの位置を調整することによって、適切な $V_0=2f_0$ の値を得ることが可能です。

#### <特徴、アプリケーション>

- 低出力レーザー用
- MHz/GHzのRF周波数変調
- アナログ光強度変調
- デジタルOn/Offスイッチ
- 空冷/TEクーラー
- 低コスト

### 10-2. FSMLシリーズ(コート無溶融石英)

モデル番号	FSML-50-20-BR-1064	FSML-44-20-BR-800
	Yag Laser 用	Ti:Sapphire Laser 用
材質	溶融石英(コート無し)	
	水平偏光用プリユースターカット	
アパーチャー	3x3mm	3x3mm
搬送波	50MHz	44MHz
変調レート	100MHz	88MHz
バンド幅(3dB)	20MHz	20MHz
透過率	99.7%	99.7%
共振回折効率@34MHz	50%	60%
@44MHz	38%	83%
@54MHz	33%	75%
非共振回折効率@34MHz	15%	30%
@44MHz	22%	40%
@54MHz	17%	30%
音響速度	5.96E+3km/sec	5.96E+3km/sec
波面収差	/10	/10
最大FRパワー	5~7W	5~7W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
ケースタイプ	#130	#130

### 10-3. 可変周波数ドライバー(対応モデル: FSML-50-20, FSML-44-20)

モデル番号	VFE-50-20-DSP 1kHz-F7-X	VFE-44-20-DSP 1kHz-F7-X
周波数範囲	50 ± 10	44 ± 10
周波数分解能	1kHz	1kHz
Harmonic Content	< -20dBc	< -20dBc
安定性	駆動から15分後、0.5ppm。オシレーターにより素子の温度安定性を参照。	
出力	5~7Wフロントパネルを通してマニュアル調節。出力は各AO素子で一番効率がとれるように最適化された値。	
駆動パワー	100VAC ± 10%、50~60Hz、最大50W	
特徴(標準モデル)	オシレーターを使用して、温度変化に対する高い安定性。thumbwell switch を通して1kHzのステップで、フロントパネルでの制御。	
外観	ドライバーは空冷で、奥行き8.75インチ、横7.5インチ、高さ3.5インチのケースで覆われており、内部にはファンが入っています。このサイズに、コネクタ部分は含まれておりません。	
動作環境	0 から最大50 まで。湿気などに対する加工は、施しておりません。	
オプションX	共振周波数調節のための電圧変換(読みとり用)	

### 10-4. FSMLシリーズ(溶融石英)

モデル番号	FSML-80-20-BR-1064	FSML-125-30-BR-800	FSML-125-30-BR-1060
	Nd:Yag Laser用	Ti:Sapphire Laser用	Nd:Yag Laser用
材質	溶融石英		
波長	1064nm	800nm	1060nm
	(横偏光に合わせて上記波長に対応したBrewster Cut)		
アパーチャー	3x3mm	3x3mm	3x3mm
搬送波	80MHz	125MHz	125MHz
変調レート	160MHz	250MHz	250MHz
バンド幅(3dB)	20MHz	30MHz	30MHz
透過率	99.7%	99.7%	99.7%
共振周波数での変調深さ	@80MHz 60%	@125MHz 50%	@125MHz 30%
非共振周波数での変調深さ	@80MHz 11%	@125MHz 5%	@125MHz 3%
音響速度	5.96E+3km/sec	5.96E+3km/sec	5.96E+3km/sec
波面収差	/10	/10	/10
最大FRパワー	5~7W	5~7W	5~7W
入力インピーダンス	50	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1	2.1:1
ケースタイプ	#140	#140	#140

10-5. 可変周波数ドライバー (For Model: FSML-80-20, FSML-125-30)

モデル番号	VFE-80-20-DSP1kHz-F7-X	VFE-125-30-DSP1kHz-F7-X
周波数範囲	80 ± 10	125 ± 10
周波数分解能	1kHz	1kHz
Harmonic Content	-20dBc	-20dBc
安定性	駆動から15分後、0.5ppm。オシレーターにより素子の温度安定性を参照	
出力	5 ~ 7Wフロントパネルを通してマニュアル調節。出力は各AO素子で一番効率をとれるように最適化された値。	
駆動パワー	100VAC ± 10%、50 ~ 60Hz、最大50W	
特徴(標準モデル)	オシレーターを使用して、温度変化に対する高い安定性。 thumbwell switch を通して1kHzのステップで、フロントパネルでの制御。	
外観	ドライバーは空冷で、奥行き8.75インチ、横7.5インチ、高さ3.5インチのケースで覆われており、内部にはファンが入っています。このサイズに、コネクター部分は含まれておりません。	
動作環境	最大50 まで。湿気などに対する加工は、施しておりません。	
オプションX	共振周波数調節のための電圧変換(読みとり用)	



# 11. AOキャビティダンパ

## (Acoustic-Optic Cavity Dumper)

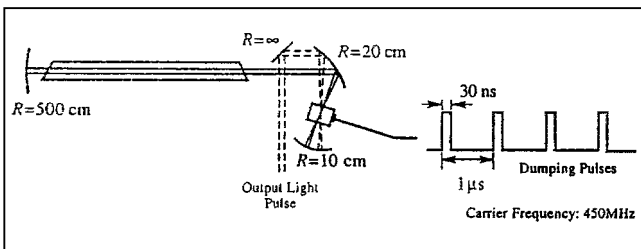


図22. キャビティダンピング

キャビティダンパーはAO素子からの+1次光を使用するアプリケーションです。キャビティ - ダンピングとQスイッチングの目的は類似していますが駆動原理が異なります。キャビティ - ダンピングレーザでは、通常AO素子を2枚の高反射ミラーの間に非活性状態（トランスデューサーに電気的なパワーは付加されていません）で設置します。この状態では共振器内のQ値は非常に高く、非常に集中したレーザ発振が起こります。強い電気パルスがAO素子に付加することにより、下図の点線で表したように放射光が平面ミラーへと反射します。結果としてほとんど全てのレーザエネルギーは、高いシングル光パルスの形として共振器の外へダンピングされます。

キャビティ - ダンパーとして使われるAO素子は、回折ビームを使用し高効率を得るためにプラグで使用しなければなりません。パルス幅を最適化し、パルスの繰り返し周波数を高めるために、応答速度は速くなければなりません。共振器は3枚の球面ミラーから構成され、ビームをAO素子のプレーンへ集光しそれにより応答速度を最速にします。最適なAO素子を選ぶことはとても重要です。キャビティ - ダンピングレーザはAO素子が唯一の方法です。Qスイッチングと比較すると、キャビティ - ダンピングはより高いピークパワーと高繰り返しりが得られます。また、キャビティ - ダンピングとモードロッキングを組み合わせることにより、平均出力を下げることなく1MHzの繰り返しのサブナノパルスを作り出すことも可能です。

### 11-1. Introduction

#### <特徴/アプリケーション>

- 高い回折効率
- 小さいサイズ
- プリユースター角入射
- 高い変調バンド幅
- 380MHzの周波数まで対応
- 低コスト

### 11-2. TECDシリーズ (TeO<sub>2</sub>)

モデル番号	TECD-380-95-543	TECD-380-50-780	TECD-380-95-800
波長	543nm	780nm	800nm
材質	二酸化テリル(TeO <sub>2</sub> )		
アパーチャー	0.30mm	0.30mm	0.10mm
搬送波	380MHz	380MHz	380MHz
変調バンド幅(3dB)	95MHz	50MHz	95MHz
透過率	95%	95%	98%
最大回折効率	70% @1W	40% @1W	60% @1W
立ち上がり時間/ビーム径	10/31	20/62	5.8/29
消光比	1000:1	1000:1	1000:1
波面収差	/10	/10	/10
表面粗さ スクラッチ/デグ		10 ~ 20	
光学面の平行度		30" ~ 60"	
プラグ角	1.4mrad	2.0mrad	36mrad
音響速度	4.2E+3	4.2E+3	4.2E+3
最大許容電圧	1W	2W	2W
入力インピーダンス	50	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1	2.1:1
偏光		直線	
ケースタイプ	#120	#120	#120

### 11-3. 固定周波数ドライバー（対応モデル：TECD-380-95, TECD-380-50）

モデル番号	FFJ-380-B3-F2
周波数	380MHz
周波数コントロール	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ
周波数精度	0.01% (100ppm)
Harmonic content	≤-20dBc
安定性	駆動から15分後、0.0015%以上
出力	1~2W 出力は各AO素子で一番効率がとれるように最適化された値
出力保護	使われているパワー増幅は、ダメージを受けない範囲での無限のV.S.W.Rを許容出来るものである。適切なRF負荷でつながれている時のみ、仕様出力を満たす。
モジュレーション	internal pulse generator を介して、pulse delay の調節とパルスモジュレーション。パルスジェネレーターは、internalまたはexternal trigger mode で、繰り返し12MHz~50KHz、パルス幅7nsec~150nsecで設定。pulse delayは0~10nsecで調整可能。
立ち上がり/立ち下がり時間	3.5nsec
ダイナミックレンジパルス	RF Modulation Depth 30 dB
駆動パワー	117VAC ± 25%、50~60Hz、最大50W
外觀	ドライバーは空冷で、奥行き8.75インチ、横7.5インチ、高さ3.5インチのケースで覆われており、内部にはファンが入っています。このサイズに、コネクタ部分は含まれておりません。
動作環境	0 から最大50 まで。湿気などに対する加工は、施しておりません。

### 11-4. FSCDシリーズ (SiO<sub>2</sub>)

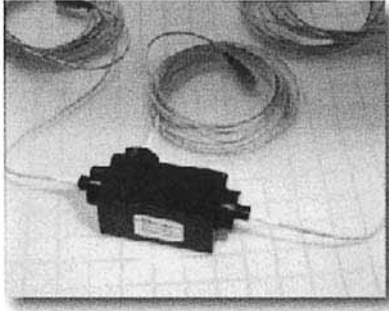
モデル	FSCD-250-54-BR-400	FSCD-380-92-BR-800
波長	250~450nm	800nm
材質	熔融石英 (SiO <sub>2</sub> )	
アパーチャー	0.10mm	0.10mm
搬送波	250MHz	380MHz
モジュレーションバンド幅(3dB)	54MHz	92MHz
透過率	> 98%	> 98%
最大回折効率	70% @5W	30% @10W
立ち上がり時間/ビーム径	10nsec/72 μm	6nsec/42 μm
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
表面粗さ スクラッチ/ディグ	10~20	10~20
光学面の平行度	30"~60"	30"~60"
ブラッグ角	9mrad @450nm	25mrad
音響速度	5.96E+3	5.96E+3
最大許容電圧	5W Pulsed	10W Pulsed
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	リニア(Vertical)	リニア(Vertical)
ケースタイプ	#120	#120

### 11-5. 固定周波数ドライバー（対応モデル：FSCD-250-54-BR-400, FSCD-380-92-BR-800）

モデル	FFJ-250-B3-F5	FFJ-380-B3-F10
周波数	250MHz	380MHz
周波数コントロール	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ	
周波数精度	0.01% (100ppm)	0.01% (100ppm)
Harmonic content	-20dBc	-20dBc
安定性	駆動から15分後、0.0015%以上	
出力	5W	10W
出力保護	出力は各AO素子で一番効率がとれるように最適化された値 使われているパワー増幅は、ダメージを受けない範囲での無限のV.S.W.Rを許容出来るものである。適切なRF負荷でつながれている時のみ、仕様出力を満たす。	
モジュレーション	internal pulse generator を介して、pulse delay の調節とパルスモジュレーション。パルスジェネレーターは、internalまたはexternal trigger mode で、繰り返し10kHz~4KHz、パルス幅7nsec~150nsecで設定。pulse delayは0~10nsecで調整可能。	
立ち上がり/立ち下がり時間	3.5nsec	3.5nsec
Dynamic Range Pulse	RF Modulation Depth 30 dB	
駆動パワー	117VAC ± 25%、50~60Hz、最大55W	
外觀	ドライバーは空冷で、奥行き8.75インチ、横7.5インチ、高さ3.5インチのケースで覆われており、内部にはファンが入っています。このサイズに、コネクタ部分は含まれておりません。	
動作環境	0 から最大50 まで。湿気などに対する加工は、施しておりません。	

## 12. ファイバ付AO素子

(Fiber pigtailed Acoust-optics)



12-1. ファイバーピグテイルAO変調器

音響光学の相互作用は、光の変調にも用いられています。強度変調と周波数変調もこれによるものである。AO変調器の変調速度は基本的には光ビーム中を伝搬する音の通過時間によって決められます。従って高い変調 ( $f_m$ ) を得るためには、光をセルに集光する必要があります。光学性能環境での最大変調レートは以下の式によって定義されます。

$$f_m = 0.65/$$

AO変調器は精密かつ周波数補正されたR.Fシンセサイザードライバーで駆動します。これら全ては、水晶結晶で制御され、理化学用に110VAC、220VAC、工業用に+24VDCの電源のものがあります。

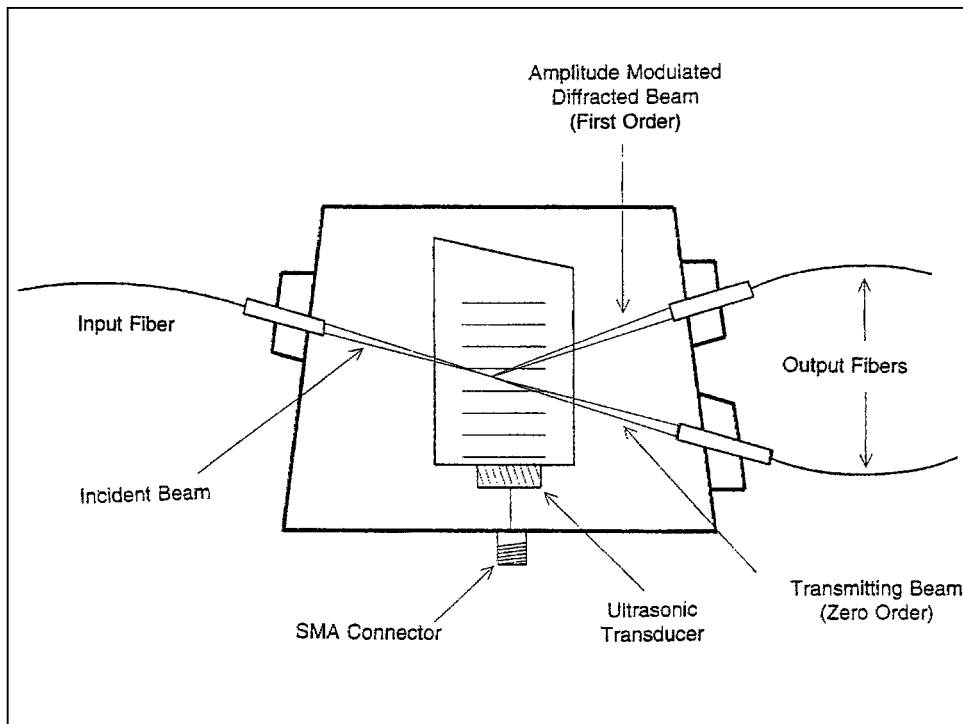


図23. ファイバー付AO変調器

## 2ポートAO変調器

変調器モデル番号	TEM-125-4.8-116-852-2FP	TEM-1100-270-2-488-2FP
レーザ波長	852nm	488nm
材質	二酸化テルル (TeO <sub>2</sub> )	二酸化テルル (TeO <sub>2</sub> )
パワー密度	5W/mm <sup>2</sup>	5W/mm <sup>2</sup>
中心周波数	125MHz	1100MHz
アパーチャー	1mm	0.05mm
結晶内有効ビーム径	0.5mm	0.01mm
立ち上がり時間	116nsec	2nsec
デジタル変調帯域幅	4.8MHz	270MHz
アナログビデオ帯域幅	3MHz	170MHz
光学透過率	> 95%	> 95%
回折効率	> 80%	> 20%
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	13mrad@850nm	58mrad@488nm
分離角	25mrad@850nm	116mrad@488nm
音響速度	4.2E+3m/sec	4.2E+3m/sec
最大RFパワー	1~2W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	直線 (音響波の進行方向に対して垂直)	
ファイバー (クラッド125μm PMシングルモード)	5.1μmコア	3.1μmコア
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**	2.2~2.7dB@850nm	8.7dB@488nm
ケースタイプ	FP001	FP002

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。

\*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

## AOドライバー

ドライバーモデル番号	FFA-125-B1-F2	FFA-1100-B1-F1
使用変調器モデル番号	TEM-125-4.8-116-852-2FP	TEM-1100-270-2-488-2FP
周波数	125MHz	1100MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ	
周波数精度	0.015%	0.015%
高周波含量	≤ -20dBc	≤ -20dBc
安定性	15分間ウオームアップ後に0.0015%	
出力	通常1W。出力は各AOMに最適化されて出荷されます。	
出力保護	パワーアンプはダメージを与えることなく V.S.W.R.に耐性有。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。	
立ち上がり / 立ち下がり時間	100nsec	2nsec
変調タイプ	アナログ強度変調	
変調レート	DC-5MHz	DC-280MHz
変調入力	50 ; 0~1V	50 ; 0~1V
電源	90~240VAC、50~60Hz、最大55W	
外観	本体サイズ6.75(W)×2.6(H)×8.3(D)インチ (後部のヒートシンクを含め最大10.5(D)インチ、コネクタ部分は含まれておりません)	
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされていません。	



2ポートAO変調器

変調器モデル番号	AMM-55-3-170-1300-2FP	AMM-55-3.2-170-1550-2FP
レーザー波長	1300nm	1550nm
材質	AMTIR	AMTIR
パワー密度	50kW/mm <sup>2</sup>	50kW/mm <sup>2</sup>
中心周波数	55MHz	55MHz
アパーチャー	1mm	1mm
結晶内有効ビーム径	0.5mm	0.5mm
立ち上がり時間	170nsec	170nsec
デジタル変調帯域	3MHz	3.2MHz
光学透過率	> 95%	> 95%
回折効率	80% ~ 85%	80 ~ 85%
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	14mrad@1300nm	17mrad@1550nm
分離角	29mrad@1300nm	34mrad@1550nm
音響速度	2.5E+3m/sec	2.5E+3m/sec
最大RFパワー	1W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	ランダム	ランダム
ファイバー	シングルモード(9μmコア、125μmクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理(コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**	2.0 ~ 2.2dB@1300nm	2.0 ~ 2.2dB@1550nm
ケースタイプ	FP001	FP001

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。

\*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

### 3ポートAO変調器

変調器モデル番号	AMM-100-8-70-1300-3FP	AMM-100-8-70-1550-3FP
レーザ波長	1300nm	1550nm
材質	AMTIR	AMTIR
パワー密度	50kW/mm <sup>2</sup>	50kW/mm <sup>2</sup>
中心周波数	100MHz	100MHz
アパーチャー	0.3mm	0.3mm
結晶内有効ビーム径	0.2mm	0.2mm
立ち上がり時間	70nsec	70nsec
デジタル変調帯域	8MHz	8MHz
光学透過率	> 95%	> 95%
回折効率	65% ~ 75%	60 ~ 70%
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	26mrad@1300nm	31mrad@1550nm
分離角	52mrad@1300nm	62mrad@1550nm
音響速度	2.5E+3m/sec	2.5E+3m/sec
最大RFパワー	1W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	ランダム	ランダム
ファイバータイプ	シングルモード(9μコア、125μクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理(コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**		
1次光:	3.2dB@1300nm	3.6dB@1550nm
0次光:	2.3dB@1300nm	2.3dB@1550nm
ケースタイプ	FP003	FP003

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。

\*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

### AOドライバー

ドライバーモデル番号	FFA-125-B1-F2	FFA-1100-B1-F1
使用変調器モデル番号	AMM-55-3-170-2FP	TEM-100-8-70-3FP
周波数	55MHz	100MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ	
周波数精度	0.015%	0.015%
高周波含量	≤ -20dBc	≤ -20dBc
安定性	15分間ウオームアップ後に0.0015%	
出力	通常1W。出力は各AOMに最適化されて出荷されます。	
出力保護	パワーアンプはダメージを与えることなく V.S.W.R.に耐性有。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。	
立ち上がり / 立ち下がり時間	100nsec	2nsec
変調タイプ	アナログ強度変調	
変調レート	DC-3MHz	DC-8MHz
変調入力	50 ;0 ~ 1V	50 ;0 ~ 1V
電源	90 ~ 240VAC、50 ~ 60Hz、最大55W	
外観	本体サイズ6.75(W)×2.6(H)×8.3(D)インチ(後部のヒートシンクを含め最大10.5(D)インチ、コネクタ部分は含まれておりません)	
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされていません。	

### 3ポートAO変調器

変調器モデル番号	IPM-500-22-25-1300-3FP	IPM-500-22-25-1550-3FP
レーザ波長	1300nm	1550nm
材質	インジウムリン (InP)	インジウムリン (InP)
パワー密度	5W/mm <sup>2</sup>	5W/mm <sup>2</sup>
中心周波数	500MHz	500MHz
アパーチャー	0.17mm	0.17mm
結晶内有効ビーム径	0.15mm	0.15mm
立ち上がり時間	25nsec	25nsec
デジタル変調帯域	22MHz	22MHz
光学透過率	> 90%	> 90%
回折効率	40%@1300nm	30%@1550nm
消光比	1000:1	1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	64mrad@1300nm	76mrad@1550nm
分離角	128mrad@1300nm	152mrad@1550nm
音響速度	5.1E+3m/sec	5.1E+3m/sec
最大許容RFパワー	1.5W	1.5W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2:1	2:1
偏光	音の伝搬方向に平行	
ファイバータイプ	シングルモード(9μコア、125μクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**		
1次光:	5.9dB@1300nm	7.0dB@1550nm
0次光:	2.3dB@1300nm	2.3dB@1550nm
ケースタイプ	FP003	FP003

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。

\*\* FCコネクタによる損失は含まれません。

### AOドライバー

ドライバーモデル番号	FFA-500-B1-F1.5
使用変調器モデル番号	IPM-500-22-25-3FP
周波数	500MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ
周波数精度	0.015%
高調波含量	≤-20dBc
安定性	15分間ウオームアップ後に0.0015%
出力	通常1W。出力は各AOMに最適化されて出荷されます。
出力パワー	アンプはダメージを与えることなくV.S.W.R.に耐性有。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。
立ち上がり・立ち下がり時間	25nsec
変調タイプ	アナログ強度変調
変調レート	DC-22MHz
変調入力	50 ;0 ~ 1V
動作パワー	90 ~ 240VAC、50 ~ 60Hz、最大55W
外觀	本体サイズ6.75(W) × 2.6(H) × 8.3(D)インチ (後部のヒートシンクを含め最大10.5(D)インチ、コネクタ部分は含まれておりません)
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされていません。

2波長対応3ポートAO変調器

変調器モデル番号	AMM-100-8-70-1300/1550-3FP
レーザ波長	1300nm, 1550nm
材質	Amtir
パワー密度	50kW/m <sup>2</sup>
中心周波数	100MHz (110MHz@1300nm, 92MHz@1550nm)
アパーチャー	0.3mm
有効ビーム径	0.2mm
立ち上がり時間	70nsec
デジタル変調帯域	8MHz
光学透過率	95%
回折効率	65%@1300nm, 60%@1550nm
ブラッグ角	26mrad@1300nm, 31mrad@1550nm
分離角	52mrad@1300nm, 62mrad@1550nm
音響速度	4.2E+3m/sec
最大RFパワー	2W
入力インピーダンス	50
V.S.W.R	2.1:1
偏光	ランダム
ファイバー	シングルモード(9μコア, 125μクラッド)
コネクタ	FC
ファイバー長	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理(コネクタ側)	PC
反射減衰量*	40dB
挿入損失**	
1次光:	4.3dB@1300nm, 4.3dB@1550nm
0次光:	2.2dB@1300nm, 2.2dB@1550nm
ケースタイプ	FP003

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。  
 \*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

AOドライバー(2チャンネル)

ドライバーモデル番号	FFA-92/110-B1WB-F2-2CH
変調器モデル番号	AMM-100-8-70-1300/1500-3FP
周波数	チャンネル1: 92MHz, チャンネル2: 110MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ
周波数精度	0.015%
高周波含量	≤-20dBc
安定性	15分間ウオームアップ後に0.0015%
出力	通常1W。出力は各AOMに最適化されて出荷されます。
出力パワ	アンプはダメージを与えることなく V.S.W.R. に耐性有。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。
立ち上がり時間	≤50nsec
変調タイプ	アナログ強度変調
変調レート	DC-8MHz
変調入力	50 : 0 ~ 1V
動作パワー	90 ~ 240VAC, 50 ~ 60Hz, 最大55W
外観	本体サイズ6.75 (W) x 2.6 (H) x 8.3 (D) インチ (後部のヒートシンクを含め最大10.5 (D) インチ、コネクタ部分は含まれておりません)
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされておりません。

12-2. ファイバーピグテイル型AO周波数シフター

AO変調器とシフターの回折光は、ドップラーシフト(Doppler shift)により音響ビームの周波数(波長)シフトされます。もし、入射音響波が入射光の波の方向に導入されたら、レーザの周波数(波長)は高い方にシフトします。入射音響波が入射光の波の逆方向に導入されたら、レーザの周波数(波長)は低い方にシフトします。

AO周波数シフターは、精密な固定周波数R.Fシンセサイザードライバーで駆動します。実験室モデルは110VAC、220VAC電源が内蔵されておりO.E.Mモデルは+24VDC電源が要求されます。

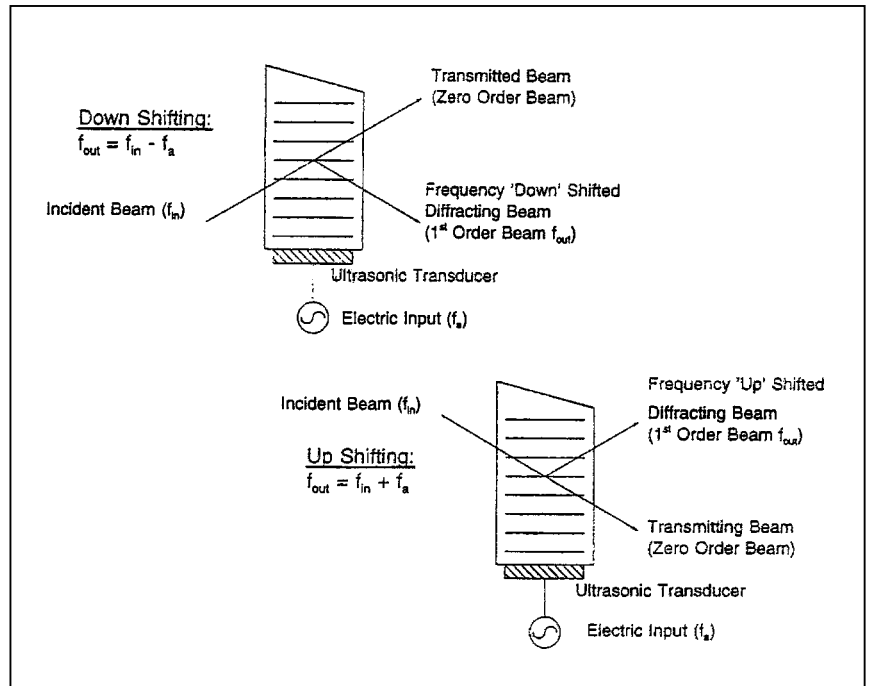


図24. ファイバー付AO周波数シフター

### 3ポートAO周波数シフター

シフターモデル番号	IPF-500-1300-3FP	IPF-500-1550-3FP
レーザ波長	1300nm	1550nm
材質	インジウムリン(InP)	インジウムリン(InP)
パワー密度	5W/mm <sup>2</sup>	5W/mm <sup>2</sup>
周波数シフト	± 500MHz	± 500MHz
アパーチャ	0.075mm	0.075mm
光学透過率	> 90%	> 90%
回折効率	50%@1300nm	40%@1550nm
消光比	1000:1	1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	64mrad@1300nm	76mrad@1550nm
分離角	128mrad@1300nm	152mrad@1550nm
音響速度	5.1E+3m/sec	5.1E+3m/sec
最大RFパワー	1.5W	1.5W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2:1	2:1
偏光	音の伝搬方向に対して平行	
ファイバー	シングルモード(9μコア、125μクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**		
1次光:	< 5.0dB@1300nm	< 6.0dB@1550nm
0次光:	< 2.3dB@1300nm	< 2.3dB@1550nm
ケースタイプ	FP003	FP003

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。  
\*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

### 3ポートAO周波数シフター

シフターモデル番号	IPF-1000-1300-3FP	IPF-1000-1550-3FP
レーザ波長	1300nm	1550nm
材質	インジウムリン(InP)	インジウムリン(InP)
パワー密度	5W/mm <sup>2</sup>	5W/mm <sup>2</sup>
周波数シフト	± 1000MHz	± 1000MHz
アパーチャ	0.075mm	0.075mm
光学透過率	> 90%	> 90%
回折効率	40%@1300nm	> 15%@1550nm
消光比	1000:1	1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	128mrad@1300nm	152mrad@1550nm
分離角	256mrad@1300nm	304mrad@1550nm
音響速度	5.1E+3m/sec	5.1E+3m/sec
最大許容RFパワー	1W	1.5W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2:1	2:1
偏光	音の伝搬方向に対して平行	
ファイバータイプ	シングルモード(9μコア、125μクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端処理 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**		
1次光:	< 5.0dB@1300nm	< 11.0dB@1550nm
0次光:	< 2.3dB@1300nm	< 2.3dB@1550nm
ケースタイプ	FP003	FP003

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。  
\*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

### AOドライバー

シフターモデル番号	FFF-500-A-F1.5	FFF-1000-A-F1.5
モデル番号	IPF-500-3FP	IPF-1000-3FP
周波数	500MHz	1000MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ	
周波数精度	0.015%	0.015%
高調波含量	≤ -10dBc	≤ -10dBc
安定性	15分間ウォームアップ後に0.0015%	
変調	なし(オプションでデジタル [ B2 ] / アナログ [ B1 ] 変調有)	
出力	通常1W。出力は各AOMに最適化されます。	
出力保護	パワーアンプはダメージを与えることなくV.S.W.R.に耐性。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。	
電源	90 ~ 240VAC、50 ~ 60Hz、最大55W	
外観	本体サイズ6.75 (W) × 2.6 (H) × 8.3 (D) インチ (後部のヒートシンクを含め最大10.5 (D)インチ、コネクタ部分は含まれておりません)	
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされていません。	

### 2ポートAO周波数シフター

シフターモデル番号	TEF-125-852-2FP	TEF-1100-488-2FP
レーザ波長	852nm	488nm
材質	二酸化テルル(TeO <sub>2</sub> )	二酸化テルル(TeO <sub>2</sub> )
パワー密度	5W/mm <sup>2</sup>	5W/mm <sup>2</sup>
周波数シフト	± 125MHz	± 1100MHz
アパーチャ	1mm	0.05mm
光学透過率	> 95%	> 95%
回折効率	> 80%	> 20%
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	13mrad@850nm	58mrad@488nm
分離角	25mrad@850nm	116mrad@488nm
音響速度	4.2E+3m/sec	4.2E+3m/sec
最大許容RFパワー	2W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	リニア、音の伝搬方向に対して垂直	
ファイバータイプ	Port 1(125μクラッド PMシングルモード)	
	5.1μコア	3.1μコア
	Port 2(125μクラッド PMシングルモード)	
	5.1μコア	3.1μコア
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端研磨 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**	2.2 ~ 2.5dB@850nm	8.7dB@488nm
ケースタイプ	FP001	FP002

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。  
\*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

## AOドライバー

ドライバーモデル番号	FFF-125-A-F2	FFF-1100-A-F1
シフターモデル番号	TEF-125-A-F2	TEF-1100-A-F1
周波数	125MHz	1100MHz
周波数制御	水晶結晶リファレンスフェーズロックループ	
周波数精度	0.015%	0.015%
harmonic content	≤-10dBc	
安定性	15分間ウォームアップ後に0.0015%	
変調	なし(オプションでデジタル [ B2 ] / アナログ [ B1 ] 変調有)	
出力	通常 ~ 1W。出力は各AOM最適化されて出荷されます。	
出力保護	パワーアンプはダメージを与えることなく V.S.W.R. に耐性。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。	
電源	90 ~ 240VAC、50 ~ 60Hz、最大55W	
外観	本体サイズ6.75 (W) × 2.6 (H) × 8.3 (D) インチ (後部のヒートシンクを含め最大10.5 (D) インチ、コネクタ部分は含まれておりません)	
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされていません。	

## 3ポートAO周波数シフター

シフターモデル番号	AMF-100-1300-3FP	AMF-100-1550-3FP
レーザ波長	1300nm	1550nm
材質	AMTIR	AMTIR
パワー密度	50kW/mm <sup>2</sup>	50kW/mm <sup>2</sup>
周波数シフト	± 100MHz	± 100MHz
アパーチャー	0.3mm	0.3mm
透過率	> 95%	> 95%
回折効率	65 ~ 75%	60 ~ 70%
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	26mrad@1300nm	31mrad@1550nm
セパレーション角	52mrad@1300nm	62mrad@1550nm
音響速度	2.5E+3m/sec	2.5E+3m/sec
最大許容RFパワー	1W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	ランダム	ランダム
ファイバータイプ	シングルモード(9μコア、125μクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端研磨 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**		
1次光:	2.5 ~ 3.3dB@1300nm	3.3 ~ 3.9dB@1550nm
0次光:	2.1dB@1300nm	2.1dB@1550nm
ケースタイプ	FP003	FP003

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。  
 \*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

## 2ポートAO周波数シフター

シフターモデル番号	AMF-55-1300-2FP	AMF-55-1550-2FP
レーザ波長	1300nm	1550nm
材質	AMTIR	AMTIR
パワー密度	50kW/mm <sup>2</sup>	50kW/mm <sup>2</sup>
周波数シフト	± 55MHz	± 55MHz
アパーチャー	1mm	1mm
透過率	> 95%	> 95%
回折効率	80 ~ 85%	80 ~ 85%
消光比	> 1000:1	> 1000:1
波面収差	/10	/10
ブラッグ角	14mrad@1300nm	17mrad@1550nm
分離角	28mrad@1300nm	34mrad@1550nm
音響速度	2.5E+3m/sec	2.5E+3m/sec
最大許容RFパワー	1W	1W
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
偏光	ランダム	ランダム
ファイバータイプ	シングルモード(9μコア、125μクラッド)	
コネクタ	FC	FC
ファイバー長	1m	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端研磨 (コネクタ側)	PC	PC
反射減衰量*	40dB	40dB
挿入損失**		
0次光:	2.0 ~ 2.2dB@1300nm	2.0 ~ 2.2dB@1550nm
ケースタイプ	FP001	FP001

\* : FCコネクタによる反射減衰量は含まれません。オプションで60dBが選べます。  
 \*\* : FCコネクタによる損失は含まれません。

## AOドライバー

ドライバーモデル番号	FFF-55-A-F1	FFF-100-A-F1
シフターモデル番号	AMF-55-2FP	AMF-100-2FP
周波数	55MHz	100MHz
周波数コントロール		
周波数精度	0.015%	0.015%
harmonic content	≤-10dBc	
安定性	15分間ウォームアップ後に0.0015%	
変調	なし(オプションでデジタル [ B2 ] / アナログ [ B1 ] 変調有)	
出力	通常 ~ 1W。出力は各AOMに最適化されて出荷されます。	
出力保護	パワーアンプはダメージを与えることなく V.S.W.R. に耐性有。出力レート調整は適切なRFがロードされたときのみ有効です。	
電源	90 ~ 240VAC、50 ~ 60Hz、最大55W	
外観	本体サイズ6.75 (W) × 2.6 (H) × 8.3 (D) インチ (後部のヒートシンクを含め最大10.5 (D) インチ、コネクタ部分は含まれておりません)	
動作環境	室温の実験室環境。最高温度50。防水、耐湿処理はされていません。	

### 1 2-3. ファイバービグテイル型AOチューナブルフィルター (AOTF)

音響光学チューナブルフィルター(AOTF)は、RF周波数を制御することによりチューニングする全固体素子です。標準品では出力光として+1次回折光に直線偏光を持つ光が得られ、FC/PCコネクタで接続できます。追加オプションとして、+1次光、0次光をFC/PCコネクタで取り出す2出力タイプ、温度安定タイプがあります。偏光無依存型AOTFでは、入射光と出射光は、ランダムな偏光を持ちます。

ファイバービグテイルAOTFは、ArやAr+/Krレーザーのようなマルチラインを持つレーザーから、1レーザーラインを選択出来るようにデザインされています。この素子の片面はレーザーに直接マウントし、出力光はFCコネクタに導入されます。この素子は、波長チューニング中にビームが動くことを抑えるようにデザインされています。これらはコンフォーカル顕微鏡や印刷業界、レーザーショウなどに使われています。

AOTFを駆動するために、コンピューター制御周波数可変RFドライバーが3種類あります。これら全ては、水晶結晶で制御され、理化学用は110VACあるいは220VACの電源が内蔵されています。OEMパッケージとしてはフランジマウントやアルミニウムがあり、+24VDCを必要とします。

### ファイバービグテイル型AOチューナブルフィルター

AOTFモデル番号	TEAF3-1.2-1.7-S-2FP	TEAF3-1.2-1.7-UH-2FP
波長範囲	1200~1700nm	1200~1700nm
波長分解能	3~6nm	1~2nm
RF周波数	83~120MHz	43~61MHz
RF駆動パワー	2W	0.15~0.25W
Time delay	14 μ sec	10 μ sec
立ち上がり時間	30 μ sec	30 μ sec
偏光(入射/出射)	垂直/水平	垂直/水平
偏光分散	< 10ps	< 10ps
サイドローブ	< 8dB	< 8dB
温度依存性	-0.094nm/	-0.14nm/
回折効率	> 20%	> 50%
波面収差	/10	/10
伝搬速度	874m/sec	620m/sec
入力インピーダンス	50	50
V.S.W.R	2.1:1	2.1:1
ファイバータイプ (ポート1&2) コネクタ	PMシングルモード(9μコア、125μクラッド)	
ファイバー長	FC	FC
ファイバージャケットタイプ	1m	1m
ファイバー端研磨 (コネクタ側)	3mm OD loose tube kevlar	3mm OD loose tube kevlar
挿入損失*1	PC	PC
ケースタイプ	7dB	4dB
	FP004	FP004

1: FCコネクタによるロスが含まれていません。

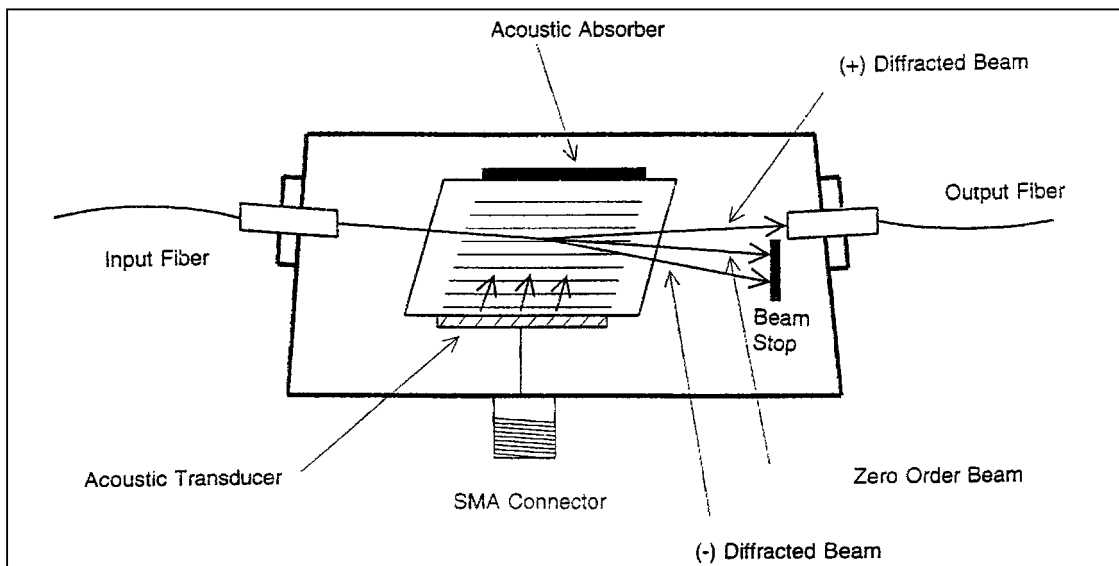


図25. ファイバービグテイル型AOチューナブルフィルター

ファイバービグテイル型偏波無依存AOチューナブルフィルタ

AOTFモデル番号	TEAF3-1.2-1.7-PM-2FP
波長範囲	1200 ~ 1700nm
波長分解能	0.75 ~ 1.5nm
RF周波数	83 ~ 120MHz
RF駆動パワー	2W
Time delay	14 μ sec
立ち上がり時間	3 μ sec
偏光分散	< 10ps
サイドローブ	< 8dB
温度依存性	0.4nm/
回折効率	> 30%
波面収差	/10
伝搬速度	896m/sec
入力インピーダンス	50
V.S.W.R	2.1:1
ファイバータイプ(ポート1&2)	コア62.5 μ マルチモードファイバー
コネクタ	FC
ファイバー長	1m
ファイバージャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar
ファイバー端研磨(コネクタ側)	PC
挿入損失*1	7dB
ケースタイプ	FP005

1:FCコネクタによるロスが含まれていません。

ファイバービグテイル型レーザAOTF

モデル番号	TEAF3-.45-.65-1FP
周波数範囲	450 ~ 650nm
波長分解能	1.5nm@450nm
RF精度 Af	< 0.015%
RF安定性 Sf	< 0.0015%
RF駆動パワー	1W
パワー密度	5W/mm2
消光比 (RF on/off)	60dB
波面収差	/5
偏光	リニア、音の伝搬方向に対して垂直
V.S.W.R	2:1
ファイバータイプ	5 μ ,100 μ ,400 μ マルチモードファイバー
コネクタ	FC,SC,ST,SMA
ファイバー長	1m
ジャケットタイプ	3mm OD loose tube kevlar
最高回折効率	> 85%(ファイバーなし、偏光レーザを用いた場合)
最高透過率	> 77%(ファイバーなし、偏光レーザを用いた場合)
Suppression Ratio	> 30dB
波長アクセス時間 (AOTF)	100 μ s
波長アクセス時間 (AOTF & AT Driver)	300 μ s
出力インピーダンス	50
RFコネクタ	SMA
温度	+15度C < T < +30度C
レーザタイプ	Omnichrome社レーザ

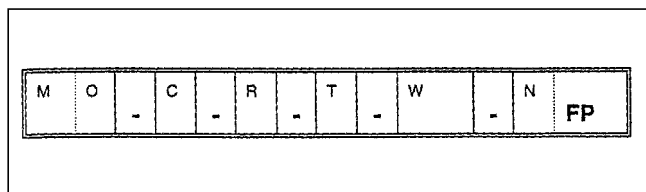
1:FCコネクタによるロスが含まれていません。

ドライバー(対応モデル: TEAF3-1.2-1.7-S-2FP、TEAF3-1.2-1.7-PM-2FP)

	ATドライバー	PPDドライバー	SPDドライバー
	PC制御デジタル周波数 シンセサイザ	PCプリントポート制御PLL シンセサイザ	RS-232ポートコンピューター制御 PLL周波数シンセサイザ
モデル番号	VFI-101.5-37-AT-A-C2	VFI-101.5-37-PP-A-C2	VFI-101.5-37-SP-A-C2
周波数範囲	83 ~ 120MHz		
最小周波数ステップサイズ	30Hz	15.625Hz	15.625Hz
周波数制御			
周波数精度	±.01%	±.01%	±.01%
周波数安定性	15分間ウォームアップ後、最小0.0015%		
高周波によるゆがみ		-20dBc	
周波数スイッチ速度 (fminからfmax)	250 μ 秒	15m秒	15m秒
位相ノイズ		-45dBc/Hz from carrier in a 100Hz bandwidth	
R.F出力		2w (+33dBm)	
出力保護	使われるパワー強度は、大きなV.S.W.Rにダメージを受けずに耐える。仕様パワーは、Rloadが50 Ω でつながらているときのみ満たす。		
オペレーションパワー	最高35W90 ~ 240VAC、50/60Hz		
外観	縦6.75インチ、高さ2.6インチ、奥行き8.3インチのケースで覆われている。後部のヒートシンクを含めると、最高奥行き10.5インチになる。コネクタのサイズはこれに含まれていない。		
動作環境	最大50度Cまで。湿気などに対する加工は、施しておりません。		



**モデルガイド AOM & AOFS(modulators & frequency shifter)**



M = 材質

IP:インジウムリン (InP)

TE:二酸化テルル (TeO<sub>2</sub>)

AM:AMTIR

O:その他

O = 仕様

M:変調器(Modulator)

F:周波数シフター(Frequency Shifter)

C = 搬送波 (1.1GHzまで)

R = 変調スピード (変調器のみ)

T = 立ち上がり時間

W = 波長

N = ポート数

2ポート (入力、1次光)

3ポート (入力、0次光、1次光)

< その他のモデル指定に関する必要要項 >

1.ファイバータイプ (偏波、シングルまたはマルチモードファイバー)

2.コアサイズ (マルチモードファイバーのみ)

3.標準波長 (nm):488 514 633 780 830 850 1300 1550

4.コネクタの種類: FC SC ST

5.ファイバー長さ (m):1 2 3 4 5

6.ファイバージャケット

3mm OD loose tube kevlar

3mm OD armored cable

5mm armored cable

900 μ tight buffer

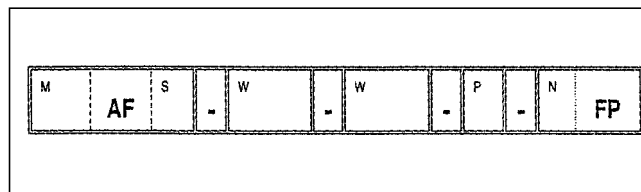
900 μ loose tube

Uncabled

7,ファイバー端研磨(コネクタ側): PC SPC APC

8, back reflection: 40dB 60dB

**モデルガイド AOTF(Acoust-Optics Tunable Shifter)**



M = 材質

TE:二酸化テルル (TeO<sub>2</sub>) 300nm ~ 5000nm

S = アパーチャーサイズ  
33mm

W = 使用波長範囲 (μm) 注:1つのAOTFは、1オクターブのバンド幅だけカバーする

P = オプション

S:標準分解能

UH:高分解能

PM:polarization maintaining

N = ポート数

1ポート

2ポート

(その他のモデル指定に関する必要要項)

1.ファイバータイプ (偏光、シングルまたはマルチモードファイバー)

2.コアサイズ (マルチモードファイバーのみ)

3.標準波長 (nm):488 514 633 780 830 850 1300 1550

4.コネクタの種類: FC SC ST

5.ファイバー長さ (m):1 2 3 4 5

6.ファイバージャケット

3mm OD loose tube kevlar

3mm OD armored cable

5mm armored cable

900 μ tight buffer

900 μ loose tube

Uncabled

7.ファイバー端の研磨(コネクタ側): PC SPC APC

8.端面反射: 40dB 60dB



# 13. RF DRIVERS

## 13-1. BACKGROUND

ブラッグセルあるいは他の音響光学素子用に音響波を発生させるものが音響光学RFドライバーです。RFドライバーはラジオトランスミッターに非常に類似したものです。各RFドライバーは、パワーアンプ付のラジオ周波数オシレーターを使用しています。適切な変調機能がシステム構成に含まれ、搬送波に情報、変調信号をのせます。搬送波とそれぞれの変調周波数と、出力パワーは各素子およびアプリケーションによって異なります。

Brimroseでは、自社生産/他社製の全てのAO素子をサポートするRFドライバーを提供します。これらには、偏向器、変調器、周波数シフター、モードロッカーなどのAOブラッグセルとAOチューナブルフィルターが含まれます。

## 13-2. ドライバーのパラメーターについて

### 周波数

周波数は駆動する音響光学素子にあったものでなければなりません。しばしば、出力周波数可変ドライバー一台で、様々なアプリケーションに対応させることができます。Brimroseでは、4MHzから6GHzまでの周波数ドライバーを供給できます。ドライバーに関しては、周波数を指定することが最も重要です。

### 周波数制御

周波数制御方法は、しばしばドライバーの実用性に影響します。ドライバーには周波数固定タイプと可変タイプがあります。高速で出力強度をスイッチできる(2ns)数種の高精度固定周波数を持ったドライバーもあります。Quartz crystal controlledドライバーは最も安価ですが、ある単純なアプリケーションに使用できます。このドライバーはまた、最高の位相ノイズレベル(Allen Variance)を誇り、共振器のQは非常に高いです。Brimroseでは、Quartz crystal controlledでないドライバー、すなわち周波数精度が温度などに依存するタイプは取り扱っておりません。

多機能ドライバーは、クリスタルオシレーターと同様の性能と周波数精度を維持し、1オクターブまでの周波数範囲をステップできます。電圧制御により、クリスタル制御ユニット程まではいきませんが、かなりの精度と安定度でチューニングできます。周波数の分解能はほぼ無限大です。

RFミキシング技術により、ワイドバンドな電圧制御機種を供給しています。これらのドライバーは、通常AOTFに使用されます。これらのドライバーの制御は、シンプルな電位差計、ADコンバーターあるいはフェーズ周波数ロックドループです。例として、20~200MHzのAOTF用ドライバーは、フロントパネル上の10回転電位差計により、継続的にチューニングが

できます。最小出力パワーは5ワットです。

### 変調

変調とは、RFキャリアが可変であったり、情報をのせるRFキャリアを選択することです。AO素子の変調は、通常CW(継続波)、AM(強度変調)、FM(周波数変調)の三種ありません。

### CW

RFドライバーで最もシンプルなものはCWドライバーです。AMあるいはFMの指定がない限りドライバーはCWタイプになります。

### AM(オプション)

強度変調は、外部的にRF出力強度を変化させることです。これにはデジタルとアナログ形態があります。アナログ変調は、変調回路の範囲内で、RF強度を入力信号に対してリニアに反応します。一方、デジタルはONあるいはOFFのふたつの形態で反応します。BrimroseのデジタルAM変調は、ハイスピードCMOSのTTLです。これは、非常によく知られた簡単なインターフェイスです。パルス変調はデジタル変調ですが、通常TTLレベルよりもかなり高速のため、アナログのハードとパルスジェネレーターのような高速の外部ドライバーが必要になります。モードロッカーは、その一例でBrimroseではRF出力端子をふたつ持ち、それにリファレンス用のCWを駆動させます。サブナノオーダーの立ち上がり/立ち下がり時間はこの方法で達成されます。同時にこのふたつの機能を一つのドライバーに持たせる事はBrimrose他に多くはありません。デジタルドライバーにアナログ変調を持たせることもできます(変換ではありません)。

### FM(オプション)

周波数変調は、様々な方法があります。フロントパネルノブによる、搬送波変調が最も簡単な方法です。外部変調端子も又簡単な方法です。レーザ干渉のアプリケーション用の高周波数スイッチFMドライバーは又違ったタイプです。Brimroseでは、お客様の御要望にあったFMドライバーの製作が可能です。スーパースキャナーは、電圧オシレーター制御の、のこぎり波あるいは三角波のスweepを発生させる広範囲FMドライバーです。お客様で、どのようなスweep制御を希望するかを決めて下さい。一つのドライバーで、FMとAM変調機能を搭載することも可能です。

### RFパワー

RF出力パワーは、アプリケーションによって決まります。多くのAO素子で通常必要なRFパワーは1Wです。従って、特に要望がない場合はこのタイプになります。Brimroseでは、AO素子とドライバーを一緒にご注文頂いた場合は、素子とアプリケ

ーションに出力パワーを最適化いたします。

#### パワー制御 (オプション)

RF出力の制御は時には必要です。この制御はAM変調回路とは孤立していて、ユーザーではアプリケーションに最適なパワー調整ができます。

#### 周波数ディスプレイ (オプション)

周波数のデジタル表示が全機種にて可能です。これは計算機のLED表示のような小さなウィンドーです。周波数可変ドライバーで出力周波数を正確に知る必要があるアプリケーションには最適です。ディスプレイの表示形式 (桁数) は指定できます。周波数固定ドライバーにはこのオプションは必要ありません。

#### 電源

市販のACラインパワーが最も汎用的であるため、得に指定がなければドライバーはACラインパワーで出荷されます。必要な電圧は内部で供給されるように電源も含まれています。ドライバーはスタンダードとして本体にはACラインコネクタが付き、100-134V.A.C.、50-400MHzの接続コードが付属します。ご要望により200-250V.A.C.にも対応致します。ほとんどの種類のドライバーで、軽量で効果的なライン“スイッチング”電源を使用しています。OEMや宇宙仕様等で好まれるリニア電源や電池による特殊な電源、その他DC供給を御希望の場合は対応しますのでご相談下さい。

#### 外装

標準ドライバーにはゴム足が付属しています。前方には折りたたみ可能なタブ足が付属しており、前方表示部分がより見やすく立てることができます。パッケージは回路が収まるコンパクトサイズです。RFパワーアンプのヒートシンクやハイパワーユニット (5-15W) には通気用ファンがドライバー高部に付属することもあります。OEMアプリケーション等のカスタム外装、あるいはラックマウント形式のパッケージも対応致しますのでご相談下さい。

#### 使用環境

Brimroseでは回路を十分に冷却できることを念頭に入れながら、最小限の外装を採用しています。標準ラボユニットは、外気+40 まででの駆動を保証しています。12W出力でマウント表面+95 まで保証したユニットもあります。

#### 13-3. 2チャンネルドライバー

一つ以上のオシレーター、変調アンプ、パワーアンプが一体化した多チャンネルドライバーも対応します。これは、メリット、デメリットを兼ね備えています。価格の点では2チャンネルドライバーはシングルドライバーを2台購入するよりも多少

安価になりますが、汎用性の点では個別の2台のドライバーの方が使いやすいということがしばしば聞かれます。

#### 13-4. 偏向器

偏向器は通常CW周波数可変ドライバーを使用します。周波数が偏向器セルから出てくる1次光の角度を制御します。多くのバリエーションが可能です。

#### 13-5. 周波数シフター

周波数シフターは一般的にはCW周波数固定ドライバーを使用します。1次光が周波数の分だけAO素子への入射方向に応じてアップ/ダウンシフトします

#### 13-6. スキャナー

Brimroseではスキャナー/スイーパーは以前から取り扱っており、最速のAOスキャナーを生産しています。経験のあるエンジニアがご相談に応じますので御気軽にお問い合わせ下さい。

#### 13-7. モードロッカー

モードロッカーは非常に速い、周波数リファレンス出力を持ったデジタルAMドライバーを使用します。Brimroseではいくつかの標準ドライバーをラインナップしています。御要望の周波数にも対応致します。

#### 13-8. ご発注について

##### (1)周波数固定ドライバー *FFA - F - M - P - Q*

A=アプリケーション

- A : 変調器ドライバー
- B : 偏向器ドライバー
- C : 多機能変調器ドライバー
- D : 2あるいは多周波数ドライバー (各周波数を明記)
- E : マルチチャンネルドライバー
- F : 周波数シフター
- G : 特注ドライバー
- H : Qスイッチドライバー
- I : -AOTFドライバー

F=周波数 (駆動周波数MHz)

M=変調タイプ

- A : CW
- B-1 : アナログAM/B-2 : デジタルAM
- C-1 : アナログFM/C-2 : デジタルFM
- D-2 : 周波数固定スイッチ

\*複数選択も可能

P=RFパワー

- F0 : 固定
- V0 : 可変
- Fn : 固定 (選択可能)
- Vn : 可変 (0.1W ~ 選択可能)

O=オプション

- DCn : 客先供給DC、電圧nV
- B : BNCコネクタ仕様 (標準はSMA)
- E : 200-250VAC50-400Hzパワー
- M : OEMあるいはカスタムパッケージ
- X/Y/Z : 特注オプション

(2)可変周波数ドライバー

VFA - F - R - C - M - P - O

A=アプリケーション

- A : 変調器ドライバー
- B : 偏向器ドライバー
- C : 多機能変調器ドライバー
- D : 2あるいは多周波数ドライバー (各周波数を明記)
- E : マルチチャンネルドライバー
- F : 周波数シフター
- G : 特注ドライバー
- H : Q-スイッチドライバー
- I : AOTFドライバー

F=中心周波数 (MHz)

R=周波数範囲 (MHz)

C=周波数制御

- DSPn : デジタルシンセサイザー、プログラム可能、  
分解能nMHz
- DSn : デジタルシンセサイザー、nステップ
- V : 電圧制御オシレーター

M=変調タイプ

- A : CW
  - B1 : アナログAM/B2 : デジタルAM
  - C1 : アナログFM/C2 : デジタルFM
  - D2 : 固定周波数スイッチ
- \*複数選択も可能

P=RFパワー

- F0 : 固定
- V0 : 可変
- Fn : 固定 (選択可能)
- Vn : 可変 (0.1W ~ 選択可能)

O=オプション

- DCn : 客先供給DC、電圧nV
- B : BNCコネクタ仕様 (標準はSMA)

E : 200-250VAC50-400Hzパワー

M : OEMあるいはカスタムパッケージ

X/Y/Z : 特注オプション

(3)RFケーブル

I - l - L - O

T=コネクタタイプ (標準はSMA)

l=インピーダンス (標準は50 )

L=ケーブル長

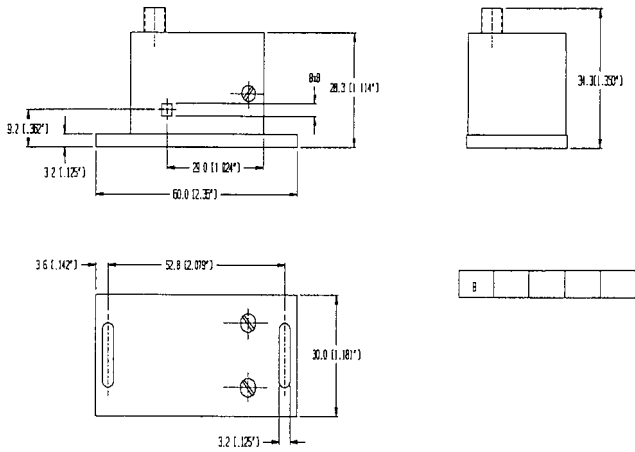
(標準18", 400MHz以上の周波数ではケーブル長がRF出力に影響します)

O=オプション

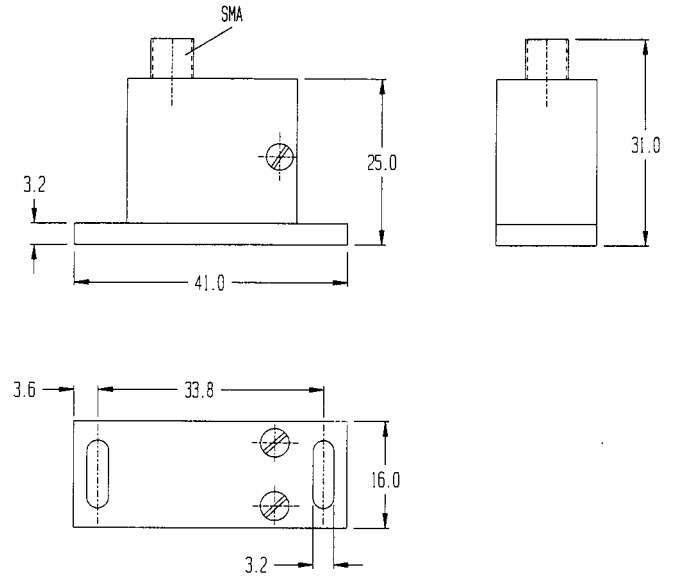
\*標準ケーブルはSMA-50-18になります。

# ハウジング

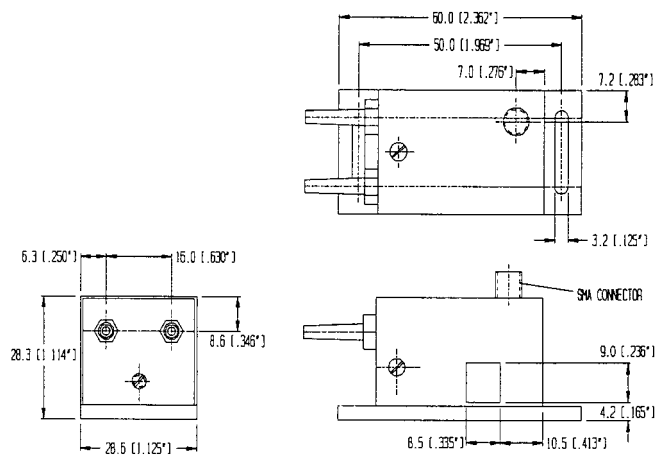
## ケース : # 30



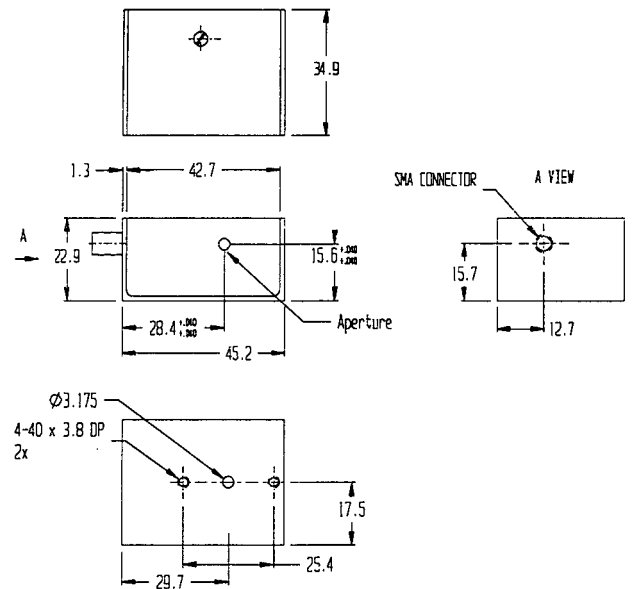
## ケース : # 40



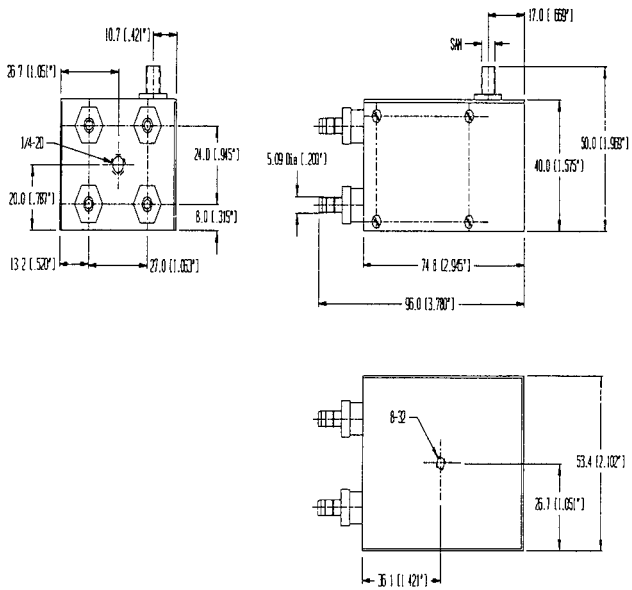
## ケース : # 35



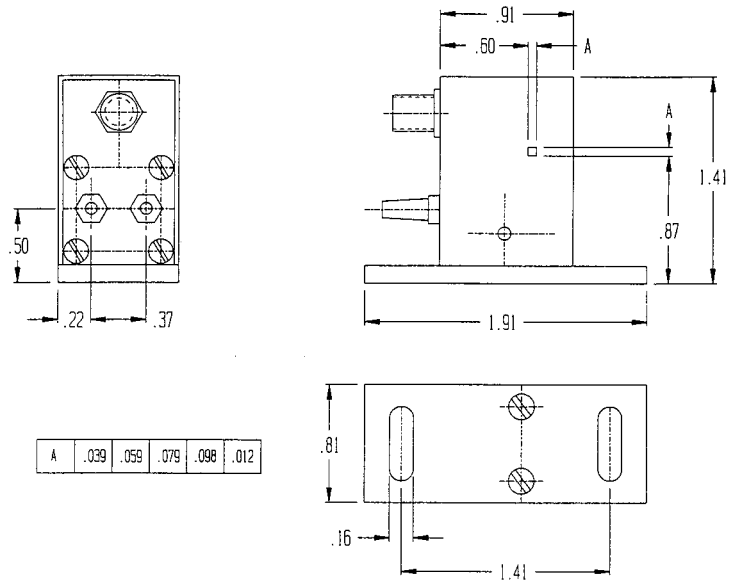
## ケース : # 60



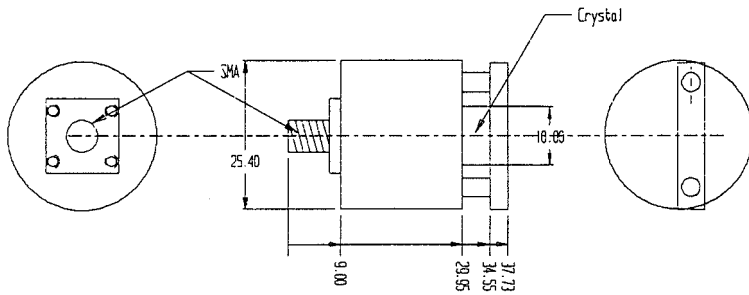
## ケース : # 90



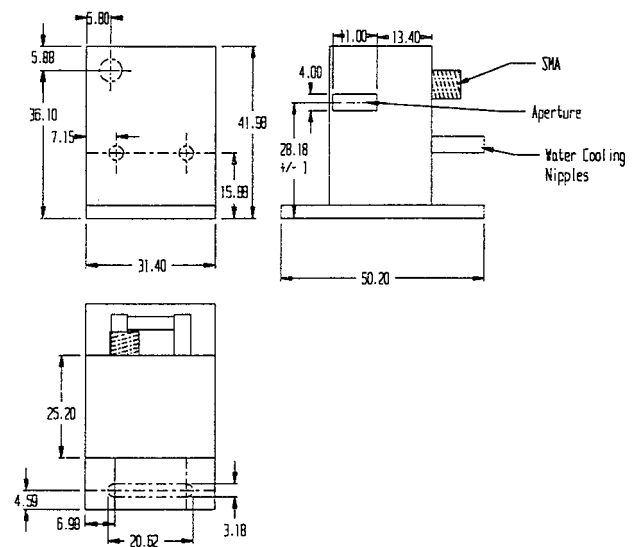
## ケース : # 130



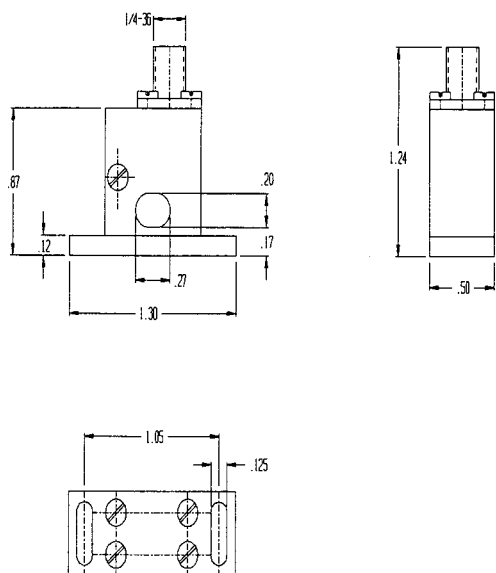
## ケース : # 120



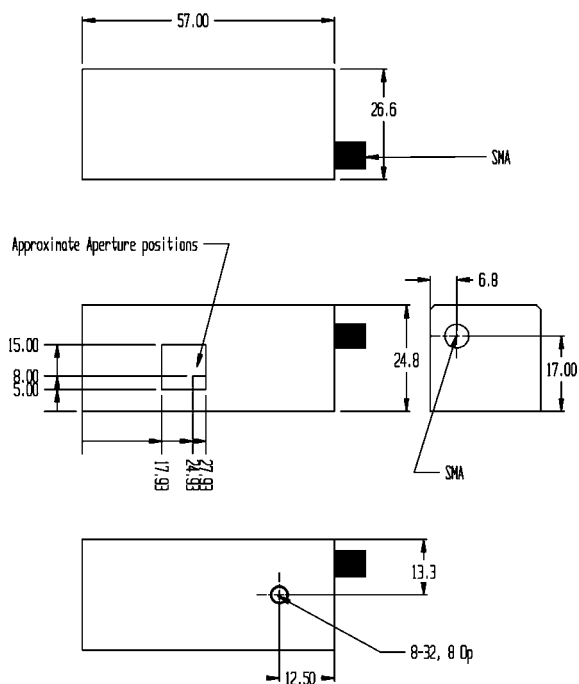
## ケース : # 140



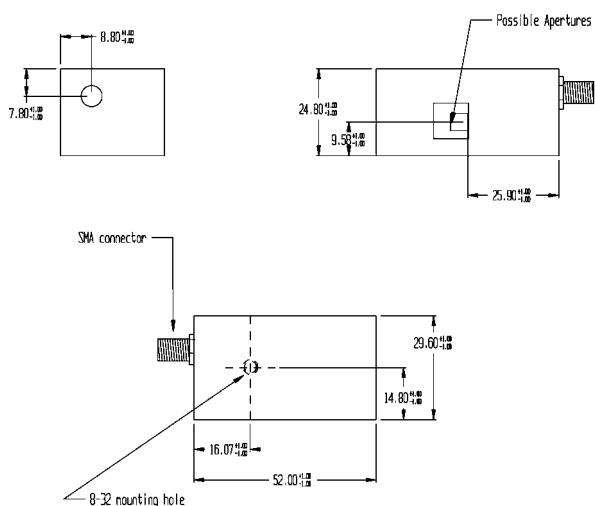
## ケース : #200



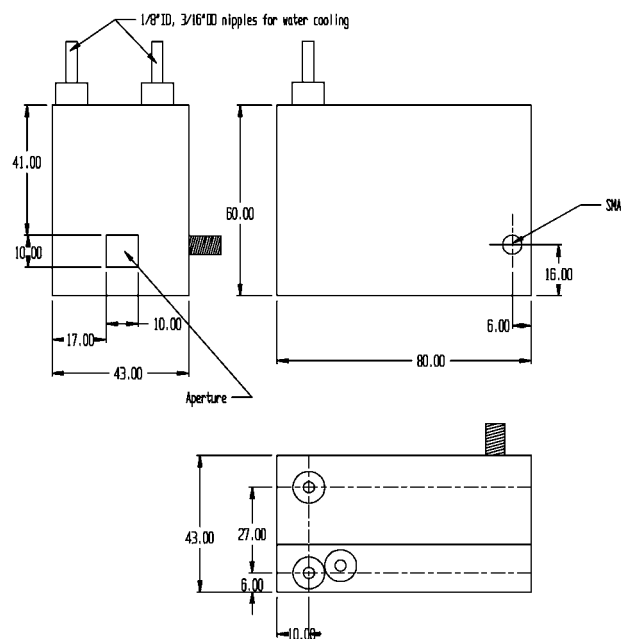
## ケース : #190



## ケース : #170

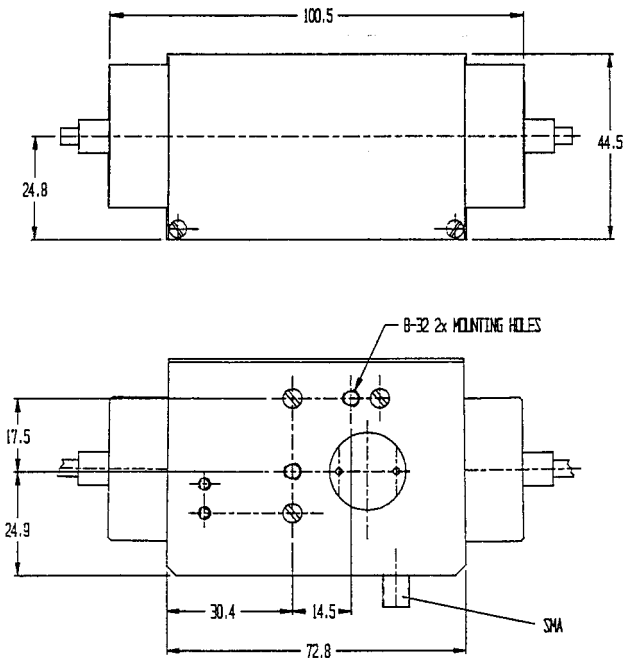


## ケース : #360

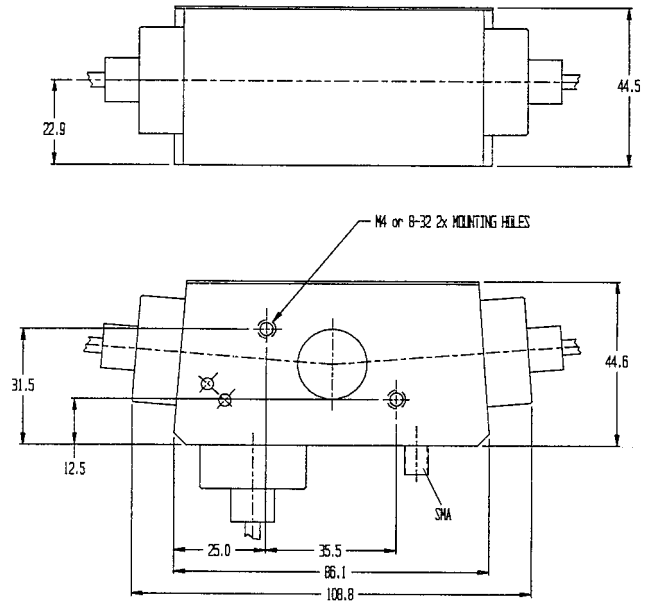




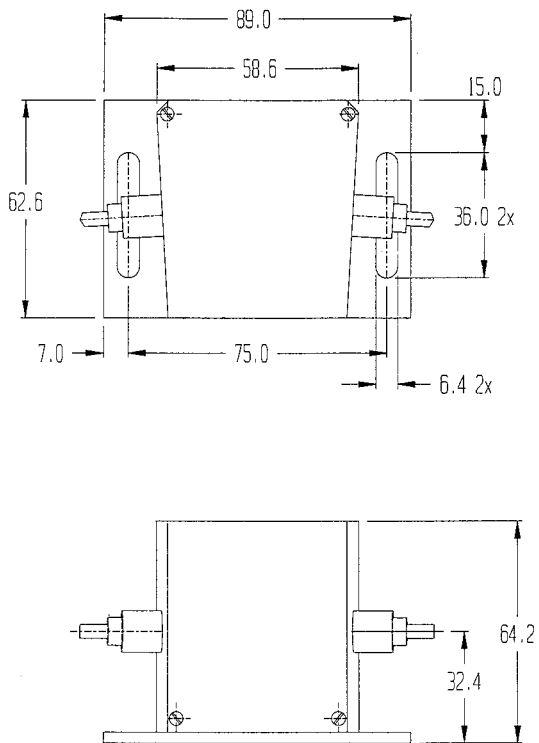
### ケース : # FP001



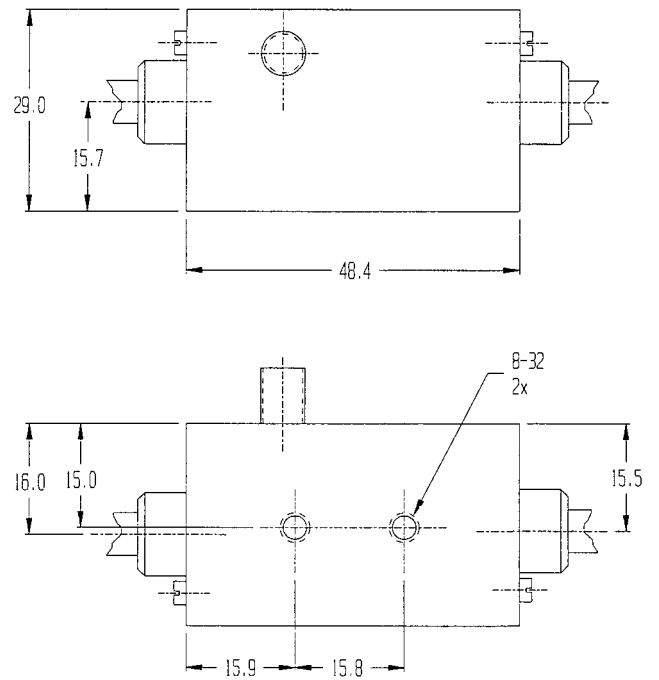
### ケース : #FP003



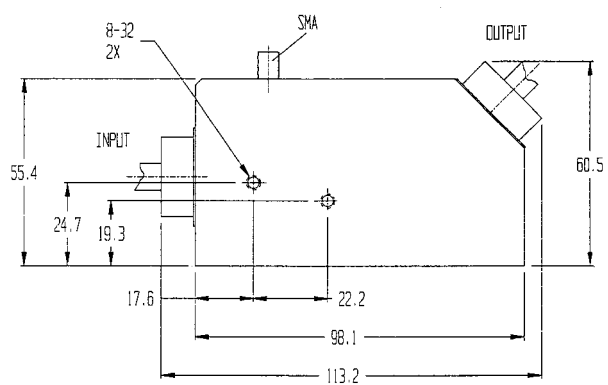
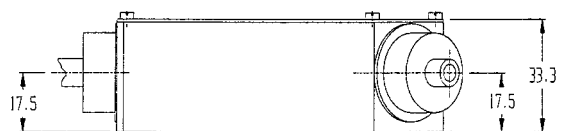
### ケース : #FP002



### ケース : #FP004



# ケース : #FP005



## BRIMROSE社お問い合わせフォーム (FAX 又は E-mail)

本カタログに掲載されている製品については、この用紙にご記入の上FAXでお問い合わせください。折り返しご連絡をさせていただきます。

E-mailでのお問い合わせもお待ちしております。

株式会社オプトサイエンス 東京本社  
大阪支店 行  
名古屋営業所

東京本社 FAX : 03-3356-3466  
E-mail : info@optoscience.com  
大阪支店 FAX : 06-6305-1030  
E-mail : osk@optoscience.com  
名古屋営業所 FAX : 052-569-8064  
E-mail : ngo@optoscience.com

本カタログに掲載されている製品についてのご質問は、この用紙にご記入の上FAXでお送り下さい。折り返し御連絡させていただきます。

### モジュレータ素子

強度変調器	空間タイプ
	ファイバピグテイルタイプ

周波数変調器	空間タイプ
	ファイバピグテイルタイプ

ご希望仕様

ご使用レーザ波長 (nm)	
ご使用レーザパワー (W)	
強度変調器 : モジュレーションレート (MHz)	
周波数変調器 : 周波数シフト量 (MHz)	

### RFドライバ

アナログドライバ
デジタルドライバ

AOディフレクタ、AOチューナブルフィルタをご希望の方は別途お問合せ下さい。

ご質問など、

貴社名			
部署名			
所在地	〒		
電話		FAX	
お名前		E-mail	

# BRIMROSE



光技術をサポートする

株式会社オプトサイエンス

<http://www.optoscience.com>

東京本社 〒160-0014 東京都新宿区内藤町1番地 内藤町ビルディング  
TEL.03(3356)1064 FAX.03(3356)3466 E-mail.info@optoscience.com  
大阪支店 〒532-0011 大阪市淀川区西中島7丁目7番2号 新大阪ビル西館  
TEL.06(6305)2064 FAX.06(6305)1030 E-mail.osk@optoscience.com  
名古屋営業所 〒450-0002 名古屋市中村区名駅2丁目37番21号 東海ソフトビル  
TEL.052(569)6064 FAX.052(569)8064 E-mail.ngo@optoscience.com