OSA: パルス光測定の設定ガイド

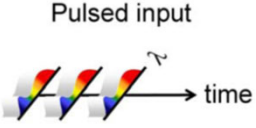
1. パルス光測定の概要

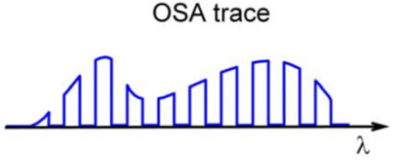
■ なぜパルス光を使うのか？

半導体レーザーは、駆動電流の供給により発光します。しかし、駆動電流によって半導体レーザーチップ自身が発熱し、出力波長のシフトを引き起こします。その熱によって、最悪の場合、レーザーが破損する場合も考えられます。このような問題を避けるため、パルス駆動による発光が広く使われます。また、高出力のレーザービームが必要な材料加工用レーザ等においては、高出力レーザービームを生成するために、一定期間出力を蓄積し、その後、短いパルスで発光させます。これらのレーザーのパルス駆動条件は、用途によって繰り返し周波数およびDuty比が設計されています。光スペクトラムアナライザ (OSA)を使用して、これらのパルス光を正確に測定するためには、OSAの特徴を理解したうえで、適切な測定方法や条件設定を選択する必要があります。

■ OSAによるパルス光測定の課題

OSAは、波長を掃引しながら特定波長のパワーを切り出して測定し、光スペクトルとして表示します。通常、OSAの波長掃引中は光入力信号が時間的に一定であることが想定されています。つまり、パルス光のように光入力信号がオン/オフする信号は想定されていません。したがって、パルス光の駆動条件に対して、OSAの測定方法や条件設定が適さない場合には、測定されたスペクトルに歪みが生じる場合があります。





■ 横河OSAによるパルス光測定

横河のOSAは、パルス光の駆動条件に応じて、「時間平均スペクトル測定」、「ピークホールド測定」、「外部トリガー同期測定」の3種類の測定法を提供します。

- **時間平均スペクトル測定**
  パルス光の平均パワーが光スペクトルのパワーとして測定します。パルス幅が狭い場合でも使用できるのが特長です。
- **外部トリガー同期測定**
  光パルスに同期した外部トリガー信号をOSAに供給することで、光パルスのピーク値を捉えます。測定可能なパルス幅は50 μs以上です。
- **ピークホールド測定**
  光パルスの繰り返し周期内のピーク値を捉えます。測定可能なパルス幅は100 μs以上です。

OSAモデルの測定対応表

測定法	AQ6360	AQ6380 AQ6370 AQ6373 AQ6374	AQ6375 AQ6376 AQ6377
時間平均スペクトル	●	●	●
外部トリガー同期		●	○
ピークホールド		●	○

●: 使用可
○: 使用可 (条件付き)
空欄：非搭載

※外部トリガー同期測定とピークホールド測定は、高ダイナミックレンジモードの「CHOP」では使用できません。したがって、高ダイナミックレンジモード「CHOP」を使用するAQ6375/AQ6376/AQ6377のHIGH1/HIGH2/HIGH3では、外部トリガー同期測定とピークホールド測定はできません。
※AQ6380のRAPIDモードはCW光測定に特化しているため、
パルス光測定ではTRADモードをご使用ください。

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

2. 時間平均モード（通常モード）によるパルス光測定 (1/2)

時間平均モードでは、パルス光の時間平均パワーが各波長の光スペクトルパワーとして測定されます。パルス光が矩形波の場合、測定される平均光パワーは(光パルスのピークパワー[mW]) × (パルス光のデューティ比)になります。したがって、パルス光のデューティ比が小さいほど測定パワーが低くなります。通常モードで平均パワーを正しく測定するためには、繰り返し周波数がある程度高い必要があります。繰り返し周波数が低い場合には、高い感度設定の選択や平均化回数を増やすことにより、測定できる場合があります。

■ 時間平均モードの特徴

- 外部トリガー信号が不要。
- 不規則なパルス信号に対応できない。(平均パワーが変動するため)
- 短パルスや長繰り返し周期など、どんな信号にでも対応できる。
- ピークパワーが1Wを超えるハイパワーパルス光が測定できる。
  ただし、最大パルスピークパワーおよび最大安全平均パワーの制限あり。
- 光パルスの平均パワーを測定するため、測定される光パワーが低い。
  したがって、パワー不足により測定できない問題が発生しやすい。また、高いダイナミックレンジを確保するためには、高い感度設定を使用する必要があり測定が遅くなる。
- 平均パワーが高い場合は、他の方法より高速に測定できる場合もある。
- 繰り返し周波数による感度設定の制約がある。
  したがって、繰り返し周波数が低い場合、測定感度を高くする必要があるため測定が遅くなる。
- 高ダイナミックレンジモード (CHOP)、ダブルスピードモード、平均化機能を適応できる。

■ 繰り返し周波数による感度設定の制約

パルス繰り返し周波数を下記の３グループに大別して、測定方法を考えることができます。

- **パルス繰り返し周波数: MHz**
  非常に高いパルス繰り返し周波数の場合、OSA内の検出回路の反応速度が最低感度設定（NORM HOLD)においても十分に遅いため、OSAは、機器の設定に関係なく、連続波と同様に測定することができます。したがって、平均パワーに応じた感度に設定します。
- **パルス繰り返し周波数: kHz**
  kHzクラスのパルス繰り返し周波数の場合、パルス光によるオン/オフ歪みが顕著に現れることがあります。この影響は高い感度設定を選択し検出回路の反応速度を低下させることで排除できます。したがって、平均パワーと繰り返し周波数の両方を考慮した感度設定が必要です。
- **パルス繰り返し周波数: Hz**
  パルス繰り返し周波数は非常に低い場合、繰り返し周波数を考慮した感度設定を行います。最高感度設定でも記録されたスペクトルの歪みを排除できない場合は、平均化処理を追加することで解消できます。平均化回数をｎとすると、各感度設定の最小繰り返し周波数を1/ｎ倍します。ただし、平均化回数の追加は測定速度を著しく低下させるため、最高感度設定で不足な場合にのみ使用ください。

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

2. 時間平均モード（通常モード）によるパルス光測定 (2/2)

■ 感度設定ごとの最小繰り返し周波数の目安

下の表は、各感度設定で測定できる最小繰り返し周波数を示したものです。

- 高ダイナミックレンジモードの選択があるモデルは、高ダイナミックレンジモードON時を含みます。
- AQ6375/76/77のHIGH1-3は、高ダイナミックレンジモード（CHOP)となります。
  平均化を使用しても最小繰り返し周波数は小さくなりません。

感度設定	最小繰り返し周波数			
	AQ6380	AQ6360	AQ6370 AQ6373 AQ6374	AQ6375 AQ6376 AQ6377
NORM/HOLD	10 MHz	1 MHz	200 kHz	200 kHz
NORM/AUTO	1 MHz	1 MHz	100 kHz	100 kHz
NORMAL	200 kHz	200 kHz	33 kHz	33 kHz
MID	50 kHz	50 kHz	10 kHz	10 kHz
HIGH1	10 kHz	10 kHz	3.3 kHz	1 MHz
HIGH2	2 kHz	2 kHz	660 Hz	1 MHz
HIGH3	500 Hz	N/A	160 Hz	1 MHz

■ 光入力パワーの条件

時間平均モードは、ピークパワーが1Wを超える
ハイパワーパルス光が測定できますが、平均スペクトルパワーがOSAの最大入力パワーの仕様を超えた光パルス光は測定できません。
※最大入力パワーとは、測定分解能当たりの最大スペクトルパワーです。

最大入力パワー	AQ6380 AQ6370 AQ6360	AQ6373		AQ6374	
		400 – 550 nm	550 – 1100 nm	400 – 550 nm	550 – 1750 nm
dBm	+20	+10	+20	+10	+20
W	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1

最大入力パワー	AQ6375	AQ6376	AQ6377
dBm	+20	+13	+13
W	0.1	0.02	0.02

[注意] OSAに入力可能な光パワーには制限があります。
詳細は、「パルス光の入力パワーに関するガイドライン」を参照ください。

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

3. 外部トリガーモードによるパルス光測定 (1/2)

外部トリガーモードは、外部トリガー信号を使用してOSAの測定のタイミングをコントロールするモードです。光パルス信号に同期した外部トリガー信号をOSAに供給することで、光パルスのピーク値をとらえることができます。OSAは1つのレーザーパルスから１サンプルを取得します。
OSAは1トリガーが入力される毎に測定波長の移動と検出回路の出力信号の記録を繰り返します。

■ 外部トリガーモードの特徴

- 光パルスに同期した外部トリガー信号が必要。
- 不規則なパルス信号に対応できる。
- 最大光パルスピークパワーはOSAの最大入力パワー。（AQ6370の場合、+20 dBm）
- 最小光パルス幅は50 μs（Norm/Holdの場合）
  ただし、最小パルス幅は、感度設定に依存。高い感度設定では最小パルス幅が広くなる。
- 光パルスのピークパワーを捕まえるため、時間平均モードより測定される光パワーが高い。
  したがって、パワー不足による問題が発生しにくい。また、低い感度設定でも高いダイナミックレンジが確保できるため測定が速い。
- 繰り返し周波数による感度設定の制約がない。
  したがって、低感度設定を使用して測定を高速化しやすい。
- 高ダイナミックレンジモード (CHOP)、ダブルスピードモード、平均化機能は適用できない。

■ 最小パルス幅の条件

外部トリガーモードは光パルスのピークを捉えるためには最低でも50 μs以上のパルス幅が必要です。さらに、最小パルス幅は使用する測定感度設定に依存し、測定感度が高くなるにつれてピークが捉えられる最小パルス幅は広くなります。したがって、このモードの使用可否は、主に測定するパルス幅で判断します。(感度設定ごとの最低パルス幅の目安を参照ください)

最小パルス幅が感度設定に依存する理由は、検出回路のゲインと応答速度が反比例の関係にあるためです。低い感度設定では検出回路のゲインは低く、応答は速いため短いパルス幅のピークを正しく測定できます。しかし、高い感度設定では検出回路のゲインは高く、応答は遅いため短いパルス幅のピークを正しく測定できません。

感度設定ごとの最低パルス幅の目安

右の表は、各感度設定で測定できる最小パルス幅を示したものです。

- 高ダイナミックレンジモードの選択があるモデルは、高ダイナミックレンジモードON時を含みます。
- AQ6375/76/77のHIGH1-3は、高ダイナミックレンジモード（CHOP)となります。
- AQ6360には、外部トリガーモードはありません。

感度設定	最小パルス幅	
	AQ6380 AQ6370 AQ6373 AQ6374	AQ6375 AQ6376 AQ6377
NORM/HOLD	50 μs	50 μs
NORM/AUTO	300 μs	300 μs
NORMAL	1 ms	1 ms
MID	3 ms	3 ms
HIGH1	10 ms	50 ms
HIGH2	50 ms	200 ms
HIGH3	200 ms	2000 ms

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

3. 外部トリガーモードによるパルス光測定 (2/2)

■ 外部トリガーとタイミング調整

①光パルスのピークパワーを測定するために、光パルスに同期した外部トリガ―信号をOSA背面の[TRIGGER IN]ポート接続し、OSAのSYSTEMメニューの[TRIG INPUT MODE]を[SMPL TRIG MODE]に設定します。

②SMPL TRIGGER MODEは、入力された外部トリガー信号の立ち上がり (または立ち下がり)でトリガーをかけて1ポイントの測定を行います。

③光パルスのピークを正しく捉えるように必要に応じてタイミングを調整します。
OSAにはトリガ－から測定までに遅延があり、AQ6380は約1 μs、AQ6370シリーズは約20 μsの遅延があります。
また、遅延時間を0 ～ 1000 μsの範囲で追加する機能を搭載しています。

■ 光入力パワーの条件

外部トリガーモードでは、OSAは光パルスのピークパワーを捉えるため、OSAの最大入力パワーの仕様を超えた光パルス光は測定できません。したがって、測定可能な光パルスのピークパワーは最大でも+20 dBm (0.1 W)となります。各モデルの最大入力パワーは下表のとおりです。
※最大入力パワーとは、測定分解能当たりの最大スペクトルパワーです。

最大入力パワー	AQ6380	AQ6370	AQ6373		AQ6374	
			400 – 550 nm	550 – 1100 nm	400 – 550 nm	550 – 1750 nm
dBm	+20	+20	+10	+20	+10	+20
W	0.1	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1

最大入力パワー	AQ6375	AQ6376	AQ6377
dBm	+20	+13	+13
W	0.1	0.02	0.02

[注意] OSAに入力可能な光パワーには制限があります。
詳細は、「パルス光の入力パワーに関するガイドライン」を参照ください。

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

4. ピークホールドモードによるパルス光測定 (1/2)

ピークホールドモードは、外部トリガー信号を必要としない測定モードです。ピークホールドモードでは、測定波長ごとに検出信号が指定された期間分記録され、その期間で取得されたデータの最大値がその測定波長のパワーとして使用されます。検出信号を記録する期間は「ホールド時間」と呼ばれ、パルスの繰り返し周期 (1/繰り返し周波数)よりも大きな値に設定します。これによりホールド時間内で少なくとも1つのパルスが測定されます。OSAは、基本的に1つのレーザーパルスから１サンプルを取得し、測定波長の移動と検出回路の出力信号の記録を繰り返します。

■ピークホールドモードの特徴

- 外部トリガー信号が不要。
- 最大光パルスピークパワーはOSAの最大入力パワー。（AQ6370の場合、+20 dBm）
- 最小光パルス幅は100 μs（Norm/Holdの場合）
  ただし、最小パルス幅は、感度設定に依存。高い感度設定では最小パルス幅が広くなる。
- 光パルスのピークパワーを捕まえるため、時間平均モードより測定される光パワーが高い。
  したがって、パワー不足による問題が発生しにくい。また、低い感度設定でも高いダイナミックレンジが確保できるため測定が速い。
- 繰り返し周波数による感度設定の制約がない。
  したがって、低感度設定を使用して測定を高速化しやすい。
- 不規則なパルス信号の測定には不向き。
  (最小の繰り返し周波数に合わせてホールド時間を設定する必要があるため)
- 高ダイナミックレンジモード (CHOP)、ダブルスピードモード、平均化機能は適用できない。

■最小パルス幅の条件

ピークホールドモードで光パルスのピークを捉えるためには最低でも100μs以上のパルス幅が必要です。さらに、最小パルス幅は使用する測定感度設定に依存し、測定感度が高くなるにつれてピークが捉えられる最小パルス幅は広くなります。したがって、このモードの使用可否は、主に測定するパルス幅で判断します。
(感度設定ごとの最低パルス幅の目安を参照ください)
最小パルス幅が感度設定に依存する理由は、検出回路のゲインと応答速度が反比例の関係にあるためです。

低い感度設定では検出回路のゲインは低く、応答は速いため短いパルス幅のピークを正しく測定できます。しかし、高い感度設定では検出回路のゲインは高く、応答は遅いため短いパルス幅のピークを正しく測定できません。

感度設定ごとの最低パルス幅の目安

右の表は、各感度設定で測定できる最小パルス幅を示したものです。

- 高ダイナミックレンジモードの選択があるモデルは、高ダイナミックレンジモードON時を含みます。
- AQ6375/76/77のHIGH1-3は、高ダイナミックレンジモード（CHOP)となります。
- AQ6360には、ピークホールドモードはありません。

感度設定	最小パルス幅	
	AQ6380 AQ6370 AQ6373 AQ6374	AQ6375 AQ6376 AQ6377
NORM/HOLD	100 μs	100 μs
NORM/AUTO	300 μs	300 μs
NORMAL	1 ms	1 ms
MID	3 ms	3 ms
HIGH1	10 ms	50 ms
HIGH2	50 ms	200 ms
HIGH3	200 ms	2000 ms

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

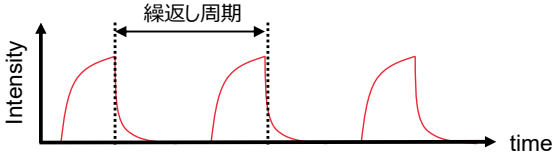
OSA: パルス光測定の設定ガイド

4. ピークホールドモードによるパルス光測定 (2/2)

■ ホールド時間の設定

ホールド時間は、パルスの繰り返し周期 (1/繰り返し周波数)よりも大きな値に設定します。
OSAでは、ホールド時間を0～9999 ms の範囲内で任意に設定することができます。
したがって、最小0.1 Hzのパルス繰り返し周波数まで測定できます。

$$\text{ホールド時間} > \text{繰返し周期} = \frac{1}{\text{繰り返し周波数}}$$



■ 光入力パワーの条件

ピークホールドでは、OSAは光パルスのピークパワーを捉えるため、OSAの最大入力パワーの仕様を超えた光パルス光は測定できません。したがって、測定可能な光パルスのピークパワーは最大でも+20 dBm (0.1 W)となります。各モデルの最大入力パワーは下表のとおりです。
※最大入力パワーとは、測定分解能当たりの最大スペクトルパワーです。

最大入力パワー	AQ6380	AQ6370	AQ6373		AQ6374	
			400 – 550 nm	550 – 1100 nm	400 – 550 nm	550 – 1750 nm
dBm	+20	+20	+10	+20	+10	+20
W	0.1	0.1	0.01	0.1	0.01	0.1

最大入力パワー	AQ6375	AQ6376	AQ6377
dBm	+20	+13	+13
W	0.1	0.02	0.02

[注意] OSAに入力可能な光パワーには制限があります。
詳細は、「パルス光の入力パワーに関するガイドライン」を参照ください。

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

5. パルス光の入力パワーに関するガイドライン

パルス光を測定する場合は、機器内部の損傷を防ぐために、OSAの最大安全入力電力よりも低いパルスピークパワーを使用することをお勧めします。ただし、パルス光の放射条件によって制限が異なると考えられるため、以下にいくつかの条件を説明します。ただし、これらの条件は単なる推定値であり、安全性を保証するものではありません。

■ パルス幅が1 μsを超える場合

パルスのピークパワーは、OSAの最大安全入力パワーを絶対に超えてはいけない。

■ パルス幅が1 μs以下の場合

パルスのピークパワーは、316 Wを絶対に越えてはいけない。
平均入力パワーは、OSAの最大安全入力パワーを絶対に超えてはいけない。

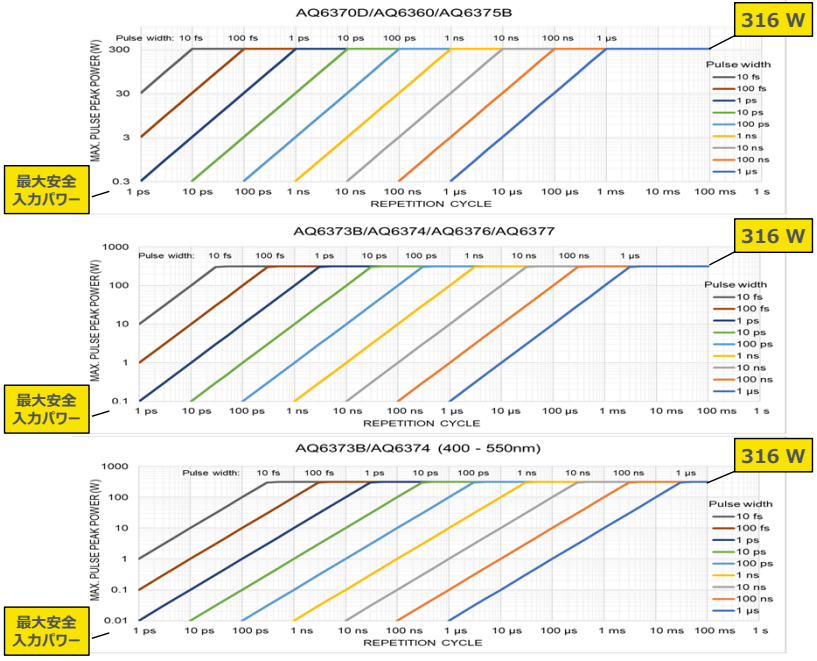
平均入力パワーは下記のように求めることができる。
パルスピークパワー (W) × パルス幅 (s) ÷ 繰り返し周期 (s), または、
パルスピークパワー (W) × パルス幅 (s) × 繰り返し周波数 (Hz)

OSAの最大安全入力パワー

最大安全入力パワー	AQ6380	AQ6360	AQ6370	AQ6373		AQ6374		AQ6375	AQ6376	AQ6377
				400 – 550 nm	550 – 1100 nm	400 – 550 nm	550 – 1750 nm			
dBm	+25	+25	+25	+10	+20	+10	+20	+25	+20	+20
W	0.316	0.316	0.316	0.01	0.1	0.01	0.1	0.316	0.1	0.1

※上記のガイドラインは、OSAで測定可能な光パワーを示すものではありません。

■ パルス条件から最大パルスピークパワーを取得する方法



KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

6. パルス光測定のガイドライン（まとめ）

■「パルス光の入力パワーに関するガイドライン」を遵守する

■ 基本は、時間平均モード使う

- 時間平均モードは、最も簡単で柔軟性のあるパルス光の測定方法です。

■ 外部トリガーモードやピークホールドモードは時間平均モードで困ったときに検討する

- パルスの発生が不規則な場合。
- 繰り返し周波数が非常に低いため、高感度設定が必要となり、それが原因で測定が長時間化する場合。
- パルス光のピークパワーとデューティ比の関係により、平均パワーが測定感度以下になり、測定できない場合など。

■ 外部トリガーモードか、ピークホールドモードか

- ◆ パルス幅と必要感度設定で適用可否を判断する。
- ◆ 外部トリガーの有無と最小パルス幅で選ぶ。

	時間平均モード (通常モード)	外部トリガーモード	ピークホールドモード
外部トリガー信号	不要	必要	不要
不規則パルス測定	不可	可	推奨しない
最小パルス幅	制限なし	50 μs (NORM/HOLD) ただし、感度設定より変化	100 μs (NORM/HOLD) ただし、感度設定より変化
最大入力パワー	ピークパワーが1Wを超えるハイパワーパルス光が測定可。 ただし、最大パルスピークパワーおよび最大安全平均パワーの制限あり ※パルス光の入力パワーに関するガイドラインを参照。	パルスピークパワーは、OSAの最大入力パワー以下 (AQ6370の場合、0.1W以下) ※各製品の最大入力パワーを参照	
測定パワー	平均パワー	ピークパワー	
感度設定方法	• ステップ1: 繰り返し周波数で選ぶ • ステップ2: 測定ダイナミックレンジで選ぶ	• ステップ1: パルス幅で選ぶ。 • ステップ2: 測定ダイナミックレンジで選ぶ	
選定基準	• 規則性パルス信号 • 平均パワーが測定感度以上	• 外部トリガー信号がある • パルス幅が感度ごとの条件を満たす。 ※感度設定ごとの最低パルス幅の目安を参照	• パルス幅が感度ごとの条件を満たす。 ※感度設定ごとの最低パルス幅の目安を参照
ヒント	• 繰り返し周波数を高めることにより、測定時間を短縮できる。 • 繰り返し周波数が極端に低い場合は、平均化回数を増やすことで測定が可能になる。ただし、平均化は、大幅な測定時間の増加につながるため、感度設定HIGH3以外の使用は推奨しない。	• 繰り返し周波数が20 Hz未満の場合は、時間平均モードより早くなる可能性がある	

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

7. 設定例 (AQ6370)

■ パルス幅 100 μs、パルスピークパワー 0.1 W、繰り返し周期 1kHzの場合

- パルス幅条件により、いずれの測定モードも選択可能。
  外部トリガーがあれば、「外部トリガー」を選択。なければ、「ピークホールド」を選択。
- 「外部トリガー」および「ピークホールド」の場合、パルスピーク「最大入力パワー以下」を確認。

測定モード	パルス幅	パルス ピークパワー		繰り返し周波数	感度設定	測定パワー	ノイズレベル	ダイナミックレンジ
時間平均	100 us	0.1 W	+20 dBm	1 kHz	High2	+10 dBm	-85 dBm	95 dB
外部トリガー					**Norm/Hold**	**+20 dBm**	**-25 dBm**	**45 dB**
ピークホールド					**Norm/Hold**	**+20 dBm**	**-25 dBm**	**45 dB**

■ パルス幅 50 μs、パルスピークパワー 0.1 W、繰り返し周期 1kHzの場合

- パルス幅条件により、「時間平均」、または「外部トリガー」を選択可能。
  「外部トリガー」の方が測定が速いため、外部トリガーがあれば、「外部トリガー」を選択。
- 「外部トリガー」の場合、パルスピーク「最大入力パワー以下」を確認。
- 「時間平均」の場合、パルス幅条件によりパルスピーク「最大安全入力パワー以下」を確認。
  繰り返し周波数条件により、感度設定「High2以上」を選択。

測定モード	パルス幅	パルス ピークパワー		繰り返し周波数	感度設定	測定パワー	ノイズレベル	ダイナミックレンジ
時間平均	50 us	0.1 W	+20 dBm	1 kHz	High2	+7 dBm	-85 dBm	92 dB
外部トリガー					**Norm/Hold**	**+20 dBm**	**-25 dBm**	**45 dB**

■ パルス幅 1 μs、パルスピークパワー 0.1 W、繰り返し周期 1kHzの場合

- パルス幅条件により、測定モード「時間平均」を選択。
- パルス幅条件により、パルスピーク「最大安全入力パワー以下」を確認。
- 繰り返し周波数条件より、感度設定「High2以上」を選択。

測定モード	パルス幅	パルス ピークパワー		繰り返し周波数	感度設定	測定パワー	ノイズレベル	ダイナミックレンジ
時間平均	1 μs	0.1 W	+20 dBm	100 kHz	Norm/Hold	+10 dBm	-55 dBm	45 dB
				10 kHz	MID	0 dBm	-75 dBm	75 dB
				1 kHz	**High2**	**-10 dBm**	**-85 dBm**	**75 dB**
				200 Hz	High3	-17 dBm	-90 dBm	73 dB

■ パルス幅 1 ns、パルスピークパワー 10W、繰り返し周期 1kHzの場合

- パルス幅条件により、測定モード「時間平均」モードを選択。
- パルス幅条件により、パルスピーク「316W以下」、
  平均パワー「最大安全入力パワー以下」を確認。
- 繰り返し周波数より、感度設定「High2以上」を選択。

測定モード	パルス幅	パルス ピークパワー		繰り返し周波数	感度設定	測定パワー	ノイズレベル	ダイナミックレンジ
時間平均	1 ns	10 W	+40 dBm	100 kHz	Norm/Hold	0 dBm	-65 dBm	45 dB
				10 kHz	MID	-10 dBm	-75 dBm	65 dB
				1 kHz	**High2**	**-20 dBm**	**-85 dBm**	**65 dB**
				200 Hz	High3	-27 dBm	-90 dBm	63 dB

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

OSA: パルス光測定の設定ガイド

8. 付録

■ OSA感度設定の影響

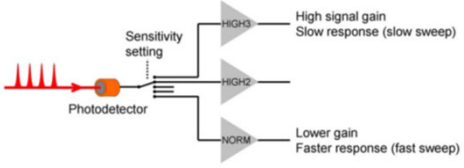
OSAの感度設定は、パルス光測定の品質や測定時間に大きく影響します。

時間平均モードでは、感度設定により測定可能なパルス繰り返し周波数が制限されます。一方、外部トリガーモードやピークホールドモードでは、最小パルス幅が制限されます。これらは、OSAの検出回路の反応速度が関係しています。

OSAの検出回路は測定感度設定により選択されます。各回路は各感度設定に対応し、特定のゲインと応答速度を提供します。ゲインと応答速度は反比例の関係にあり、ゲインを高めると応答速度は遅くなります。したがって、HIGH 1 などの高感度設定では、検出回路のゲインが高まる一方、反応速度は遅くなり、波長掃引も遅くなります。逆に、NORM-HOLDやNORMALなどの低感度設定では、検出回路のゲインが下がる一方、反応速度は速く、波長掃引も速くなります。

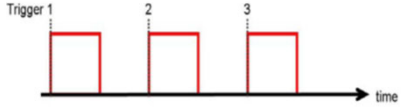
時間平均モードでは、パルスの繰り返し周波数に対してOSAの応答が速すぎる場合、記録されたスペクトルに明確なオン/オフ歪みが生じます。したがって、パルス繰り返し周波数に対して適切な測定感度を選択することが大変重要です。

外部トリガーモードやピークホールドモードの場合、検出回路のゲインは低く応答は速い低い感度設定では、短いパルス幅のピークを正しく測定できます。しかし、高い感度設定では検出回路のゲインは高く、応答は遅いため短いパルス幅のピークを正しく測定できません。したがって、測定するパルス幅に対して適切な測定感度を選択することが大変重要です。

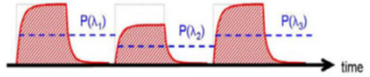


■ OSAの検出信号

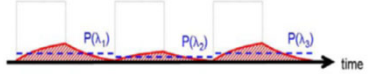
- **レーザーの出力パルス信号**



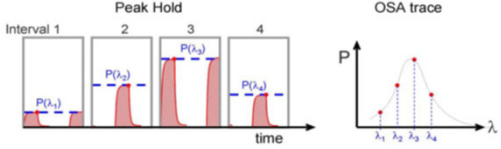
- **検出回路の出力信号 (低感度)**
  低感度設定の場合、検出回路の応答が速いため、P(λ)は高い。
  パルスのピークが捉えられる。



- **検出回路の出力信号 (高感度)**
  高感度設定の場合、検出回路の応答が遅いため、P(λ)は低い。
  パルスのピークが捉えられない。



■ ピークホールドモードの動作



各波長で、パルス検出器信号は特定の時間間隔で記録されます。
時間間隔で取得された最大信号が特定の波長でのパワー値として使用される。

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation

改訂履歴

Rev #	改定内容
1	• セクション２　（時間平均モード） 「感度設定ごとの最小繰り返し周波数の目安」を示すテーブル内のAQ6360の周波数「2 Hz」を「2 kHz」に修正 • セクション 7 (設定例) テーブルの列項目を「平均パワー」から「測定パワー」に変更。また、パワー計算の誤りを修正
2	• AQ6380の追加 • セクション３（外部トリガーモード） 遅延時間の修正 • セクション３，４（外部トリガーモード、ピークホールドモード） AQ6375/76/77のHIGH1/2/3の最小パルス幅を記載

KSR-0978-AF082 rev2
Copyright ©2020, Yokogawa Test & Measurement Corporation