

OITDA規格

Standard

光産業技術振興協会規格

Standard of Optoelectronics Industry and Technology Development Association

光電圧センサ

(Fiber optic sensors—Voltage measurement—Polarimetric method)

OITDA FS 02 : 2022

第 1 版

制定 2022 年 7 月

審議部会

光ファイバセンサ標準化部会

Optical Fiber Sensors Standardization Meeting

OITDA

発行：一般財団法人光産業技術振興協会

Optoelectronics Industry and Technology Development Association (JAPAN)

目 次

	ページ
序文.....	1
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義.....	1
4 光電圧センサの構成.....	3
4.1 一般事項	3
4.2 ポツケルス素子の分類	4
5 特性試験	4
5.1 一般事項	4
5.2 入出力特性	4
5.3 ウォームアップ時間	9
5.4 パラメータ依存性	10
5.5 外部環境依存性	12
附属書 A (参考) 光電圧センサの原理	18
附属書 B (参考) 光電圧センサ技術の特長	22
附属書 C (参考) 光電圧センサの必要性能	23
附属書 D (参考) 測定パラメータ性能表	26
参考文献.....	33
解説.....	34

まえがき

電圧の計測は、産業や社会を支える各種設備の制御及び状態監視を行う上で、基本的かつ重要なものである。電圧計測を行うための有効な手段として、ポッケルス効果を利用する光電圧センサ技術が開発された。同センサは、電圧の計測に従来から用いられてきた電磁誘導を原理とする電圧センサ技術の問題を解決できることから、電力設備を中心に、様々の分野で適用が進められている。

このセンサ技術が、小型軽量で絶縁が容易な高精度計測を実現できる可能性をもつことから、今日まで、様々の機関によって、様々の適用を想定した、異なる方式の光電圧センサ技術が開発されてきた。この経緯から、現存する光電圧センサは、方式、測定対象電圧、センサの構成、信号処理、取付け方法などが多岐にわたり、想定する用途も様々である。このことから、新たに光センサの適用を行う場合には、用途ごとに、センサの特性や機能についての試験や設計が行われている。

この状況から、光電圧センサの普及のためには、センサ技術を応用して組み立てた装置、すなわち光電圧センサの性能や機能を表す項目を明らかにし、あわせてそれらの試験を行う手段を明らかにすることが重要である。このための規格がないことが、センサの供給者と使用者との商取引上の問題となり、光電圧センサの適用範囲拡大を妨げている。この解決のために、規格化が必須である。

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格は、光産業技術振興協会規格管理規程に基づいて制定した団体規格である。この規格の適用は、工業所有権に関わるか否かの確認を含めて、製品の生産者あるいは規格の利用者の責任において行わなければならない。

(3)

FS 02 : 2022

光電圧センサ

Fiber optic sensors—Voltage measurement—Polarimetric method

序文

この規格は、光電圧センサの用語、構成及び特性試験を規定する。

1 適用範囲

この規格は、ポッケルス効果を用いた光電圧センサの用語、構成及び特性試験を規定する。

なお、使用者の光電圧センサへの要求仕様が適用ごとに異なることから、この規格では要求性能値を定めない。要求性能値は、具体的な適用に当たって行われる設計で定める。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。

IEC 60050 規格群, International Electrotechnical Vocabulary

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.1 原理及び分類に関する用語

3.1.1

電気光学効果 (electro-optic effect)

電界の影響による物質の光学特性の変化

注釈 1 電気光学効果の例としてポッケルス効果、カー効果などがある。

注釈 2 最も一般的な光学特性の変化は屈折率の変化である。

(出典 IEC 60050-731-01-42)

3.1.2

ポッケルス効果 (Pockels effect)

印加された電界が光学的に等方性の物質に複屈折を発現させ、屈折率の差は電界強度の大きさに比例する電気光学効果

(出典 IEC 60050-121-12-94)

3.1.3

ポッケルス係数 (Pockels coefficient)

物質に加わった電界に対し、現れる複屈折の屈折率差を示す係数

注釈 1 詳細は**附属書 A** 参照。

3.1.4

光伝導効果 (photo-conductivity)

光によって物質の導電性が変化する効果

(出典 IEC 60050-731-01-62)

3.1.5

圧電効果 (piezoelectric effect)

加えられた機械的応力にตอบสนองした電界を生成又は加えられた電界にตอบสนองした応力を生成する現象

3.1.6

旋光性 (optical activity)

直線偏光の偏光面がある物質中を通過したときに回転する性質

(出典 JIS C 5600 3-5-20)

3.1.7

分圧器 (voltage divider)

抵抗器, インダクタ, コンデンサ, 又はこれらのコンポーネントの組み合わせを含むデバイス

注釈 1 デバイスの 2 点間で, デバイス全体に印加される電圧の一部を取得する。

3.1.8

強度変調方式 (intensity modulation method)

光電圧センサにおいて, 光を波長板, ポッケルス素子及び偏光分離素子に順に通すことによって, 複屈折の情報を光の強度に変換し, 被測定電圧に対応する光信号を作り出す方式

3.1.9

干渉方式 (interferometric method)

光電圧センサにおいて, ポッケルス素子を通じた直交する 2 つの直線偏光成分を同一の偏光状態に変換させた後, 両者を干渉させて光の強度に変換し, 被測定電圧に対応する光信号を作り出す方式

3.2 構成に関する用語

3.2.1

光電圧センサ (optical voltage sensor)

ポッケルス効果を利用した電圧を検出する機能をもつ部品, モジュール, サブアセンブリ, アセンブリ又は装置

注釈 1 光電圧センサは, センサ部, 光伝送部及び信号処理部で構成する。**箇条 4** 参照。

3.2.2

光学部 (optical part)

光電圧センサにおいてレンズ, プリズム, ミラー, 位相変調器などの光学素子からなる部分

注釈 1 センサ部を光学部ということもあるが, 配置を示しているセンサ部 (**箇条 4** 参照) に対して, その構成部材に注目して, 光学部と呼び, センサ部と区別する。

3.3 性能に関する用語

3.3.1

ウォームアップ時間 (warm-up period)

光電圧センサを起動後、全ての性能が定格を満足するまでに必要な時間
(出典 EIAJ TT-5006)

3.3.2

定格電圧 (rated voltage)

光電圧センサにおいて、規定の条件の下で、所定の試験によって性能を示す場合に基準となる被測定電圧の値

3.3.3

最大測定可能電圧 (maximum measurable voltage)

光電圧センサにおいて、測定が可能な被測定電圧の最大値

3.3.4

最低測定可能周波数 (minimum measurable frequency)

光電圧センサにおいて、測定が可能な被測定電圧の最低周波数

3.3.5

最高測定可能周波数 (maximum measurable frequency)

光電圧センサにおいて、測定が可能な被測定電圧の最高周波数

3.3.6

過渡特性 (transient characteristics)

被測定電圧が既定の電圧値から短期的に変化するとき、光電圧センサが出力する電圧値が変化する現象

3.3.7

動作温度範囲 (operating temperature range)

光電圧センサが規定の性能を満足する温度の範囲

注釈 1 使用温度範囲ともいう。

3.3.8

要求仕様 (required specifications)

光電圧センサが満たさなければならない性能

4 光電圧センサの構成

4.1 一般事項

光電圧センサの構成を図 1 に示す。各部位で異なる環境下にさら(曝)すため、この規格では、その配置に着目し、三つの部位に分ける。

光電圧センサは、導体に近接してポッケルス効果を受けるポッケルス素子を配置した部分と、電圧演算値を出力する処理回路を収納した部分とを光ファイバを介して連結し、それぞれの部分を異なった環境下にさら(曝)す構成が一般的である。この場合、ポッケルス素子が配置され、ポッケルス素子と同一環境下にさら(曝)す部分をセンサ部、電圧演算値を出力する信号処理回路を収納した部分を信号処理部、セ

ンサ部と信号処理部とを結ぶ光ファイバを光伝送部という。各部の具体的な機能については、**附属書 A** を参照。

注記 センサ部にはポッケルス素子のほか、偏光及び位相を制御するための素子、ポッケルス素子に加わる電圧を調整する分圧器を同時に収納することがある。信号処理部には、光源、電源、光検出器のほか、偏光及び位相を制御するための素子を同時に収納することがある。

この、ポッケルス効果を受けるポッケルス素子から電圧演算値を出力するまでの部品、モジュール、サブアセンブリ、アセンブリ又は装置を、光電圧センサという。

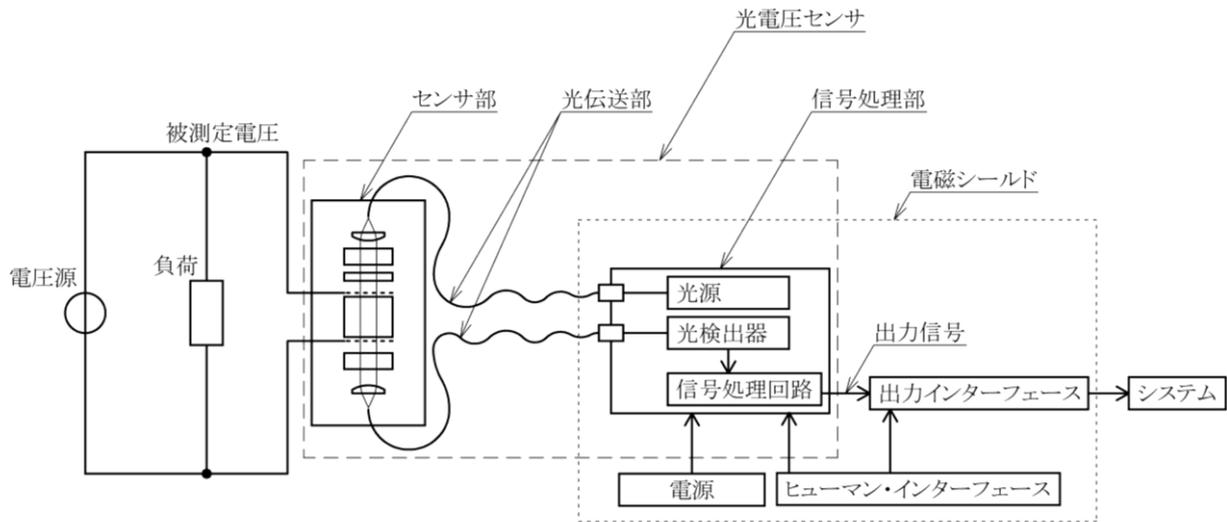


図 1-光電圧センサの構成

4.2 ポッケルス素子の分類

ポッケルス素子として、光透過方向と電圧印加方向が平行な縦型変調素子と、光透過方向と電圧印加方向が直交する横型変調素子がある。詳細は、**附属書 A** を参照。

5 特性試験

5.1 一般事項

この箇条では、具体的な光電圧センサの特性試験を規定する。**5.2** に記載する入出力特性が特性試験の基本となる。**5.3** に、光を用いない電圧センサでは考慮する必要がなかったウォームアップ時間について記載する。**5.4** 以降には、試験に推奨するパラメータの依存性及び外部環境の依存性について、要因ごとにその特性試験を規定する。取得するパラメータリストを**表 2** に示す。

5.2 入出力特性

5.2.1 目的

光電圧センサの最も基本的な特性が入出力特性である。光電圧センサの入出力特性を**図 2** に示す。理想的には被測定電圧と出力指示値とが同一であるが、実際には誤差が生じる。誤差を次の三つの要因に分類する。

a) 雑音

不要な出力。特に直流成分についてはオフセットと正しい区別する。雑音には被測定電圧との間に相関のあるものとないものがあるので、分けて取得することが望ましい。

b) 感度変化

入力に対する出力の比例係数である感度が変化する現象。

c) 非直線性

感度に変化して、入力に対する出力の関係が直線ではなくなる現象。

これらの誤差は、被測定電圧に対するセンサ出力に図2の破線で示したような出力変動を与える。

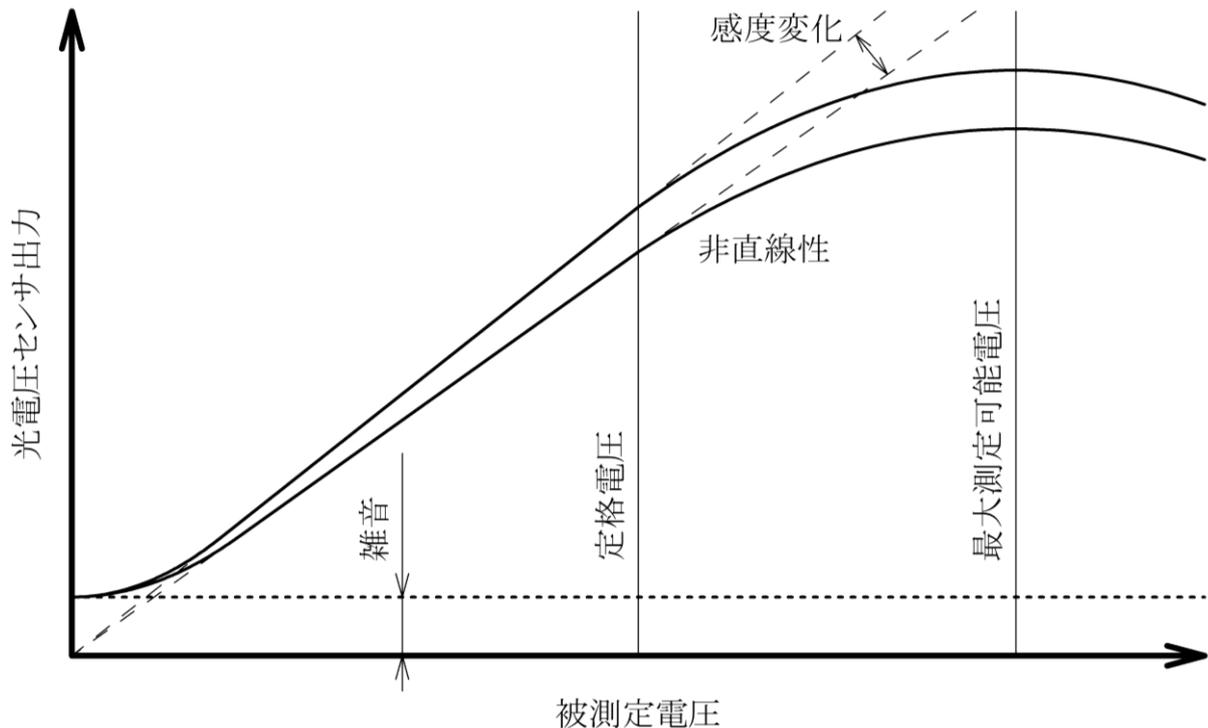


図2—光電圧センサの入出力特性

これらの誤差は、温度変化（5.5.1 参照）、振動（5.5.3 参照）などに規定する誤差要因に対する振る舞いが異なるため、雑音、感度変化及び非直線性に分けて取得することが望ましい。

一般に、光電圧センサはある一定値以上の被測定電圧が通電されるとき、出力が飽和し、また、図2で示すように出力が低下する現象が現れる。光電圧センサの製造業者は、この飽和によってこれ以上電圧測定が不可能である被測定電圧値以下に最大測定可能電圧を定め、仕様に明記する。また、飽和の影響を受けずに高精度に電圧測定ができる上限として定格電圧を定め、仕様に明記する。

雑音、感度変化及び非直線性によって、実際のセンサ出力は図2の太い実線と破線の間で変動する。

5.2.2 試験方法

光電圧センサの雑音、感度変化及び非直線性の誤差成分を得るための試験方法を表1に示す。試験はオシロスコープなどの波形記録装置を用いて、波形比較法で行うことが望ましい。ただし、アナログ出力で、1%以下の非直線性を試験するとき、オシロスコープなどの波形記録装置では精度が不十分な場合は、波形比較法に加えて、交流ブリッジ法を適用してもよい。光導電性のあるポッケルス素子を用いる場合、使

用環境に合わせた照明にするなど、外乱光の影響にも配慮する。

表 1－試験方法

要因	デジタル出力の場合	アナログ出力の場合	
	一般測定	一般測定	高精度測定
雑音	波形比較法	波形比較法	(対象外)
感度変化	波形比較法	波形比較法	ブリッジ法
非直線性	波形比較法	波形比較法	ブリッジ法

波形比較法及び交流ブリッジ法の試験構成例を次に示す。

a) 波形比較法

波形比較法による特性試験の測定系の例を図 3 に示す。比較対象となる標準器は計器用変圧器又は分圧器を用いることが可能である。図 3 では計器用変圧器を用いた例を示す。標準器で測定した被測定電圧及び光電圧センサの出力は、オシロスコープ、データロガーなどの波形記録装置を用いて波形データを記録する。標準器及び波形記録装置は、試験を行う周波数帯において、十分な精度をもつことが必要である。データは 5.2 に規定する誤差及び位相差の算出のため、デジタルデータで記録する。デジタル化のときに生じる折り返し誤差を防止するため、波形記録装置の測定周波数帯以外の信号を十分に減衰するアンチエイリアスフィルタを波形記録装置の前段に設置しなければならない。

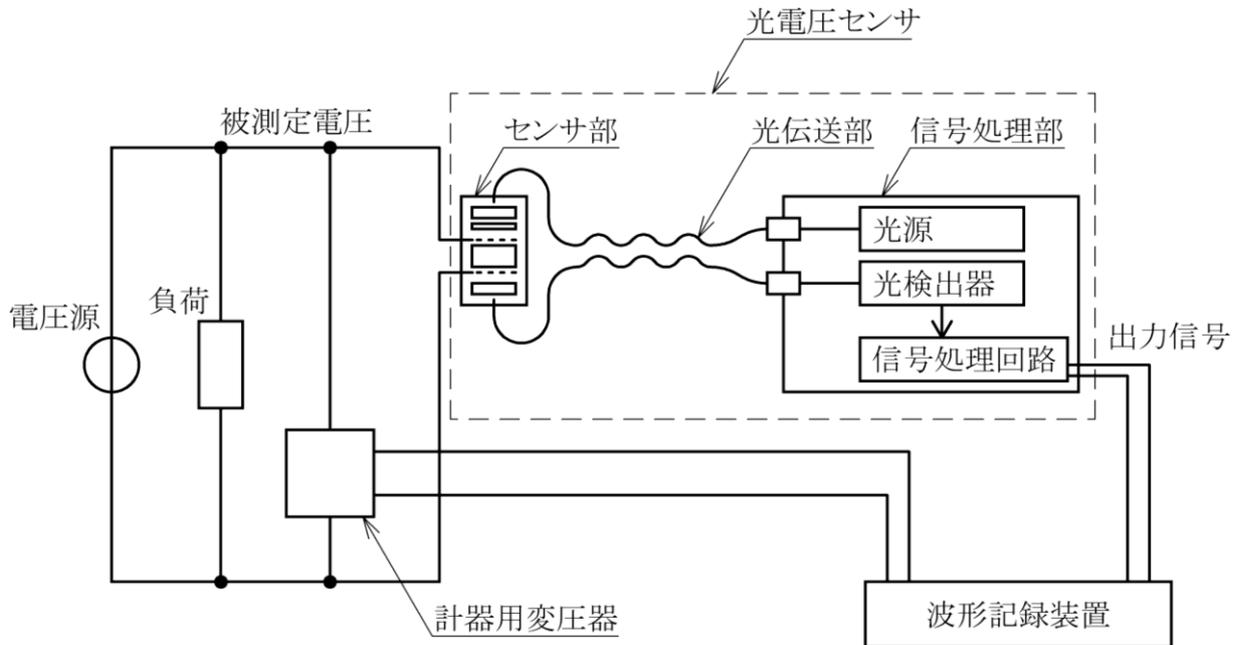


図 3－波形比較法による特性試験の測定系の例

b) ブリッジ法

オシロスコープなどの波形記録装置では精度が不十分な場合には、ブリッジ法を併用してもよい。アナログ電圧出力の光電圧センサのブリッジ法による特性試験の測定系の例を図 4 に示す。比較対象となる標準器には計器用変圧器又は分圧器を用いる。被測定対象である光電圧センサとの平衡をとるインピーダンスには、標準抵抗、可変抵抗及び可変コンデンサとを組み合わせ、平衡点から光電圧センサの感度変化を求める。この方法で求めることができるのは、5.2.1 に規定する感度変化及び非直線性だけであり、雑音については、波形比較法で取得する。

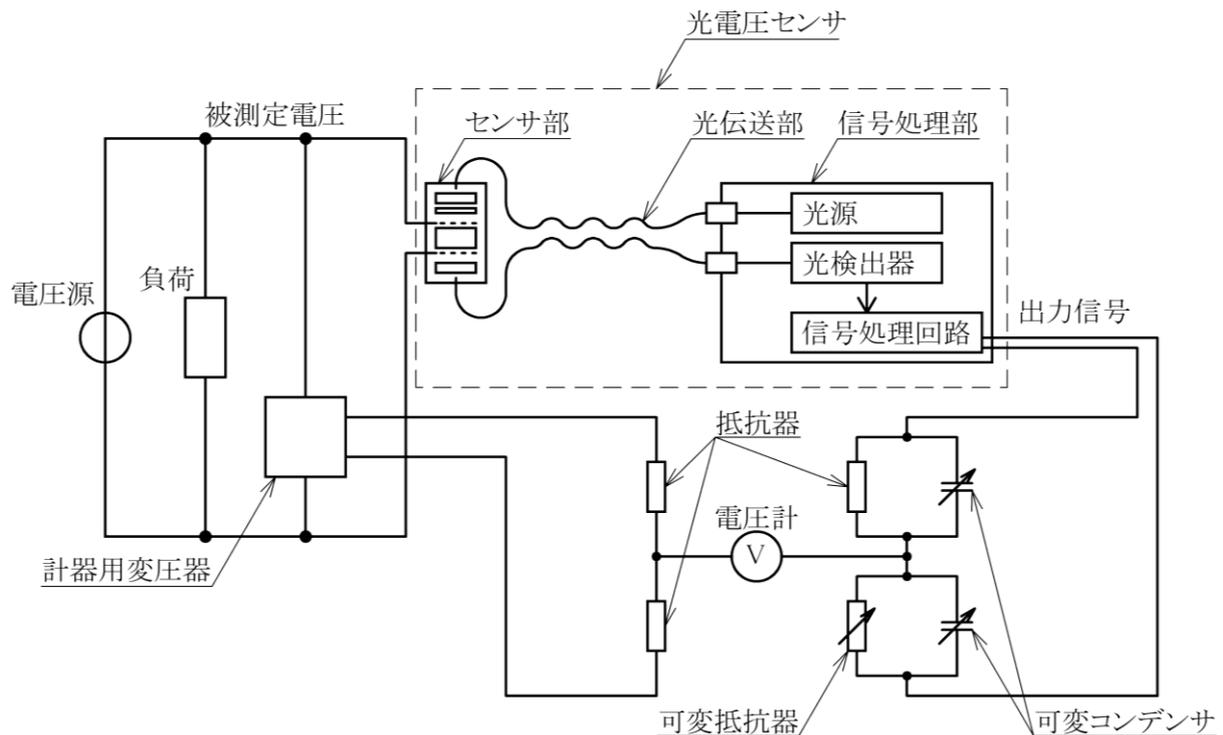


図4—ブリッジ法による特性試験の測定系の例

5.2.3 試験手順

5.2.3.1 交流用又は交流直流両用の場合

入出力特性は、雑音、感度変化及び非直線性を得るために、被測定電圧を変化させながら、標準器の波形と光電圧センサの出力波形とを比較する。この比較は、被測定電圧 0 から最大測定可能電圧までの範囲で、次の被測定電圧値で行う。

a) 被測定電圧 0

・ 雑音

可能な限り、オシロスコープの周波数分析 (Fast Fourier Transform : FFT) 機能などを用いて、周波数ごとの雑音強度を得ることが望ましい。特に被測定電圧の周波数及びその高調波はシステムに悪影響を与える可能性が高い。

b) 雑音相当電圧及びその約 2 倍

- ・ 雑音の内、被測定電圧に相関がある成分とない成分とを分離する。
- ・ 被測定電圧に相関のない雑音は、オシロスコープ等の波形記録装置で得られた波形の平均回数を増やすことによって影響が低減する。
- ・ 被測定電圧に相関のある雑音は、オシロスコープ等の波形記録装置で得られた波形の平均回数に関わらず、影響が残る。
- ・ オシロスコープ等の波形記録装置で得られた波形に平均処理を行ったもの、行わなかったものそれぞれの波形の記録を残す。

c) 雑音相当の約 2 倍の電圧と定格電圧との間で数点

- ・ 感度変化を精度よく測定するために行う。

d) 定格電圧と最大測定可能電圧との間で数点

- ・ 非直線性を精度よく測定するために行う。

波形比較法では、波形記録装置で取得したデータを最小二乗法によって正弦波近似し、振幅及び位相を求める。標準器で測定した被測定電圧を式(1)に、光電圧センサ出力を式(2)に基づいて正弦波近似する。

$$v_1 = V_1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_1) + V_{DC1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、
 v_1 : 標準器で測定した被測定電圧
 V_1 : 被測定電圧の交流成分の振幅
 V_{DC1} : 被測定電圧の直流成分
 ω : 被測定電圧の角周波数
 θ_1 : 被測定電圧の位相

$$v_0 = V_0 \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_0) + V_{DC0} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここで、
 v_0 : 光電圧センサ出力
 V_0 : 光電圧センサ出力の交流成分の振幅
 V_{DC0} : 光電圧センサ出力の直流成分
 ω : 被測定電圧の角周波数 (光電圧センサ出力の角周波数と同一。)
 θ_0 : 光電圧センサ出力の位相

5.2.3.2 直流専用の場合

入出力特性は、雑音、感度変化及び非直線性を把握するために、被測定電圧を変化させながら、標準器の波形と光電圧センサの出力波形とを比較する。この比較は、被測定電圧 0 から最大測定可能電圧までの範囲で、次の被測定電圧値で行う。

a) “0”

電圧 0 での光電圧センサ出力の平均値からオフセットを求める。

b) 雑音相当の約 2 倍の電圧と定格電圧との間で数点

感度変化を精度よく測定するために行う。

c) 定格電圧と最大測定可能電圧との間で数点

非直線性を精度よく測定するために行う。

5.2.4 評価

5.2.4.1 交流用又は交流直流両用の場合

入出力特性試験の評価は、光電圧センサの出力の次による誤差、位相差及び雑音を要求仕様と比較することによって行う。

a) 誤差

誤差は式(3)で求めるフルスケール誤差で表記することが望ましい。必要に応じ、その他の表記方法でも良い。

$$\varepsilon_{FS} = \frac{V_0 - V_1}{V_{FS}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、
 ε_{FS} : フルスケール誤差
 V_1 : 被測定電圧の交流成分の振幅
 V_0 : 光電圧センサ出力の交流成分の振幅
 V_{FS} : 最大測定可能電圧

b) 位相差

被測定電圧と光電圧センサ出力との間の位相差 δ は、式(1)及び式(2)の近似式で求めた θ_0 及び θ_1 によって次の式(4)で求める。

$$\delta = \theta_0 - \theta_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで、
 δ : 被測定電圧と光電圧センサ出力間の位相差
 θ_0 : 光電圧センサ出力の位相
 θ_1 : 被測定電圧の位相

c) 雑音

被測定電圧 0 のときの光電圧センサ出力の実効値を等価入力雑音とする。
 用いたアンチエイリアスフィルタの特性を試験成績書に記載する。

5.2.4.2 直流専用の場合

入出力特性試験の評価は、光電圧センサの出力の次の誤差を要求仕様と比較することによって行う。

a) 誤差

誤差は式(5)で求めるフルスケール誤差で表記することが望ましい。必要に応じ、その他の表記方法でも良い。

$$\varepsilon_{FS} = \frac{V_{ODC} - V_{IDC}}{V_{FS}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで、
 ε_{FS} : フルスケール誤差
 V_{IDC} : 被測定電圧の平均値
 V_{ODC} : 光電圧センサ出力平均値
 V_{FS} : 最大測定可能電圧

5.3 ウォームアップ時間

5.3.1 目的

光電圧センサは、電源を投入してから一定時間を経過しないと必要な特性を満たさない。このため、光電圧センサの要求仕様に、ウォームアップ時間を記載し、このウォームアップ時間未満では必要性能を満たさないことを示す。

5.3.2 試験方法

電圧 0 及び定格電圧を被測定電圧として、光電圧センサの電源を投入し、ウォームアップ時間経過後の光電圧センサの出力を試験する。

5.3.3 評価

ウォームアップ時間の評価は、光電圧センサの出力の誤差及び位相を要求仕様と比較することによって行う。

5.4 パラメータ依存性

5.4.1 取得パラメータリスト

パラメータの依存性、外部環境の依存性及び特殊な光ファイバに対して、試験手順（5.2.3 参照）に示す全ての電圧条件で行う必要はない。表 2 に、推奨する取得パラメータリストを示す。

表 2—推奨する取得パラメータリスト

パラメータ依存性	特性	電圧 0 時の光電圧センサ出力	定格電圧時の感度及び位相	最大測定可能電圧時の感度及び位相	試験方法を記載する箇条番号
入力パラメータ依存性	周波数特性	—	○	○	5.4.2
	過渡特性	—	○	○	5.4.3
外部環境依存性	定常温度特性	○	○	○	5.5.1
	過渡温度特性	○	○	—	5.5.2
	振動	○	○	—	5.5.3
注記					
○：実施を推奨することを示す。					
—：適用外であることを示す。					

5.4.2 周波数特性

5.4.2.1 目的

光電圧センサの周波数特性は、センサ部、光伝送部及び信号処理部のそれぞれの周波数特性に依存する。

センサ部の周波数特性は、ポッケルス素子のピエゾ効果による振動によって、必ずしも平坦（坦）ではない。伝送部は一般にセンサ部、信号処理部より広い範囲の周波数で平坦（坦）な特性を持つ。信号処理部は、雑音の除去、及び／又はサンプリング時に発生する折り返し誤差の防止のためのフィルタを用いる場合、フィルタの帯域に依存した周波数特性をもつ。

5.4.2.2 試験方法

図 3 の試験構成において、被測定電圧一定の下に最低測定可能周波数から最高測定可能周波数まで、数点又は 10 数点の周波数で信号処理部出力を測定する。被測定電圧値は定格電圧及び最大測定可能電圧で行うことを基本とする。試験装置の制約上、定格電圧又は最大測定可能電圧を印加できない場合、測定電圧値を試験成績書に明記する。

5.4.2.3 評価

周波数特性の良否判定は、信号処理部出力の誤差及び位相を要求仕様と比較することによって行う。

5.4.3 過渡特性

5.4.3.1 目的

光電圧センサの過渡特性は、被測定電圧が急激に増加又は減少したとき、信号処理部出力がある時間で定常状態に戻る特性をいう。この特性を試験する場合、ステップ形状の入力電圧を用いることが望ましい。

5.4.2 に記載するように、光伝送部は一般にセンサ部、信号処理部より広い範囲の周波数で平坦（坦）な特性を持つのに対して、センサ部及び信号処理部は周波数特性をもつ。このため、過渡特性を取得する必

要がある。測定する性能パラメータは次のとおりである。

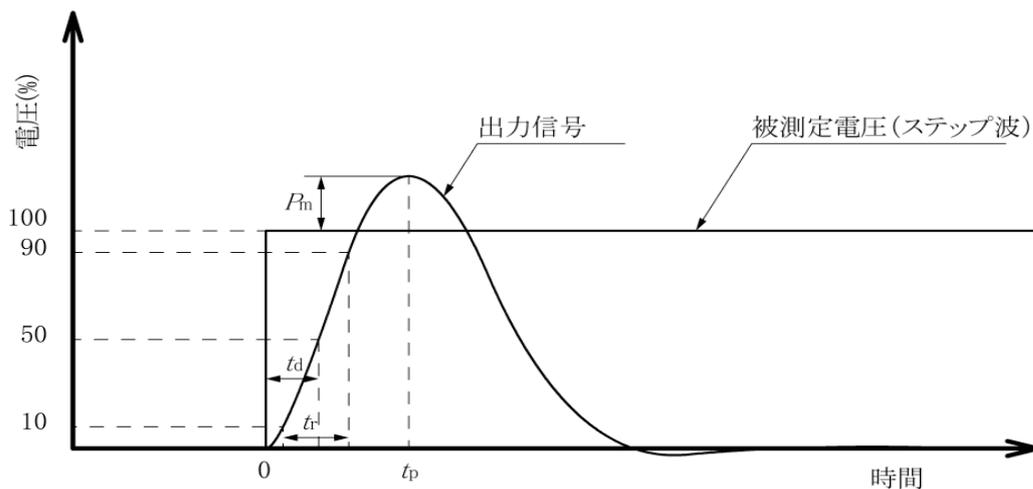
- ・ t_r : 立ち上がり時間
- ・ t_d : 遅れ時間
- ・ t_p : 行き過ぎ時間
- ・ t_s : 整定時間
- ・ P_m : 行き過ぎ量

5.4.3.2 試験方法

過渡特性試験方法として交流専用方式及び交流直流両用方式がある。これらの過渡特性を次に示す。

a) 交流専用方式

図 5 に交流専用方式の過渡特性の例を示す。ステップ波をセンサ部に入力すると、信号処理部出力は、一度ステップ波より遅れて立ち上がり、やがて 0 に収束する。交流専用方式では、立ち上がりの応答時間で過渡特性を試験し、立ち上がり時間、遅れ時間、行き過ぎ時間及び行き過ぎ量を測定する。なお、立ち上がり時間は信号処理部出力がステップ波の 10 % から 90 % になるまでの時間とし、遅れ時間はステップ波の 0 % から 50 % になるまでの時間とする。

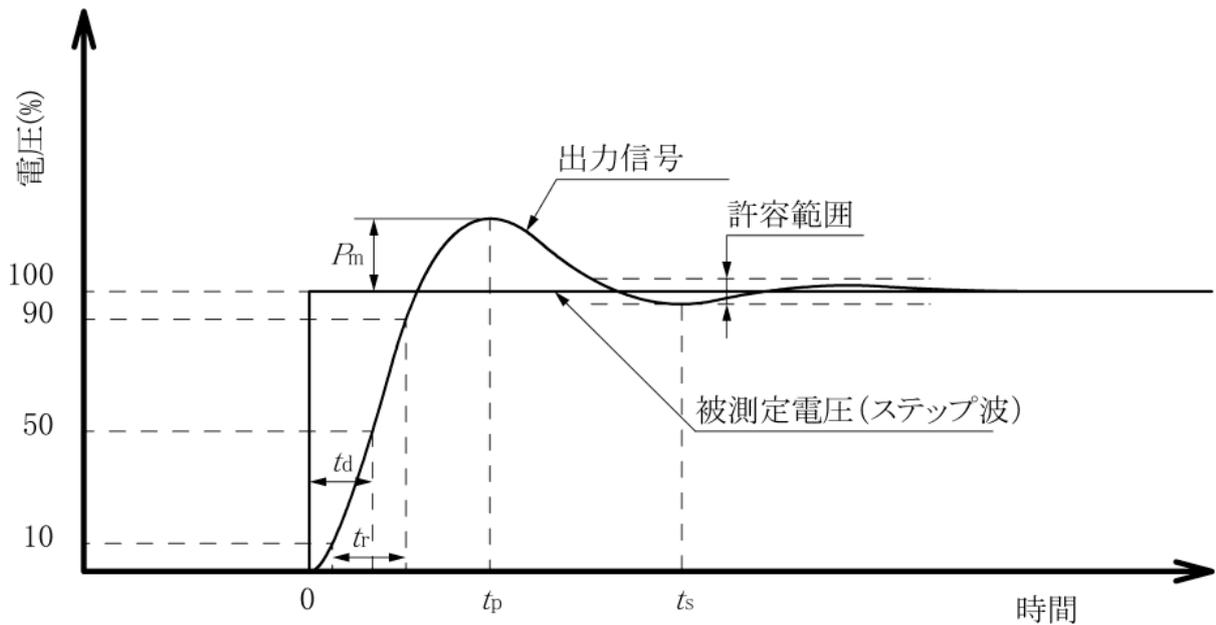


記号説明
 t_r : 立ち上がり時間
 t_d : 遅れ時間
 t_p : 行き過ぎ時間
 P_m : 行き過ぎ量

図 5—交流専用方式の過渡特性の例

b) 交流直流両用方式

図 6 に交流直流両用方式の過渡特性の例を示す。交流直流両用方式は、交流及び直流の被測定電圧を測定できるため、ステップ波をセンサ部に入力すると信号処理部出力は、ステップ波より遅れて立ち上がり、やがてステップ波と同じ波高値に収束する。そこで交流直流両用方式では、立ち上がりの応答時間及び定常状態に戻るまでの時間で過渡特性を試験し、立ち上がり時間、遅れ時間、行き過ぎ時間、整定時間及び行き過ぎ量を測定する。なお、立ち上がり時間及び遅れ時間の算出方法は、交流専用方式と同じとする。



記号説明

t_r : 立ち上がり時間

t_d : 遅れ時間

t_p : 行き過ぎ時間

t_s : 整定時間

P_m : 行き過ぎ量

図 6—交流直流両用方式の過渡特性の例

5.4.3.3 評価

光電圧センサの過渡特性の評価は、センサ部に入力するステップ波に対する信号処理部出力の立ち上がり時間、遅れ時間、行き過ぎ時間、整定時間及び行き過ぎ量と要求仕様とを比較することによって行う。

5.5 外部環境依存性

5.5.1 定常温度特性試験

5.5.1.1 目的

光電圧センサの性能を動作温度範囲内で評価するため、定常温度特性試験を行う。

5.5.1.2 試験を実施する部位

信号処理部とセンサ部の環境による温度変化が異なる場合、この両者の温度特性を別々に試験する。

a) センサ部

ポッケルス係数は、温度に依存する係数である。また、ポッケルス素子として旋光性をもった光学結晶を用いた場合、旋光度も温度に依存する。動作温度範囲内で要求仕様を満たすことを確認するために試験を実施する。光学部に含まれる光学素子の温度依存性の影響が、出力に対して無視できないほど大きい場合がある。

b) 光伝送部

光伝送部において温度特性が光電圧センサの要求仕様に影響する可能性がある場合、試験を実施する。例えば、光伝送部に偏波面保存光ファイバを適用する場合、高温及び／又は低温環境下で偏波クロストークが増加することによって、光電圧センサの性能に影響する懸念がある。光伝送部の長さは、使用時に想定される最長距離に設定して試験を行うことが望ましい。

c) 信号処理部

回路を構成する電気・電子部品の性能には温度依存性がある。また、光源は光出力及び波長、光検出器は暗電流及び受光感度に温度依存性があることが知られている。熱雑音は温度が高いほど大きくなるため、特に高温環境下での雑音増加に注意する必要がある。

5.5.1.3 試験構成

センサ部の定常温度特性試験及び過渡温度特性試験の構成例を図7に示す。試験装置及び条件に対する要求事項は、次による。

a) 恒温槽

供試部が設置状態で収納可能な内寸をもつ。センサ部、光伝送部又は信号処理部を個別に試験する場合、光伝送部及び導体を通すためのケーブル孔をもつ。

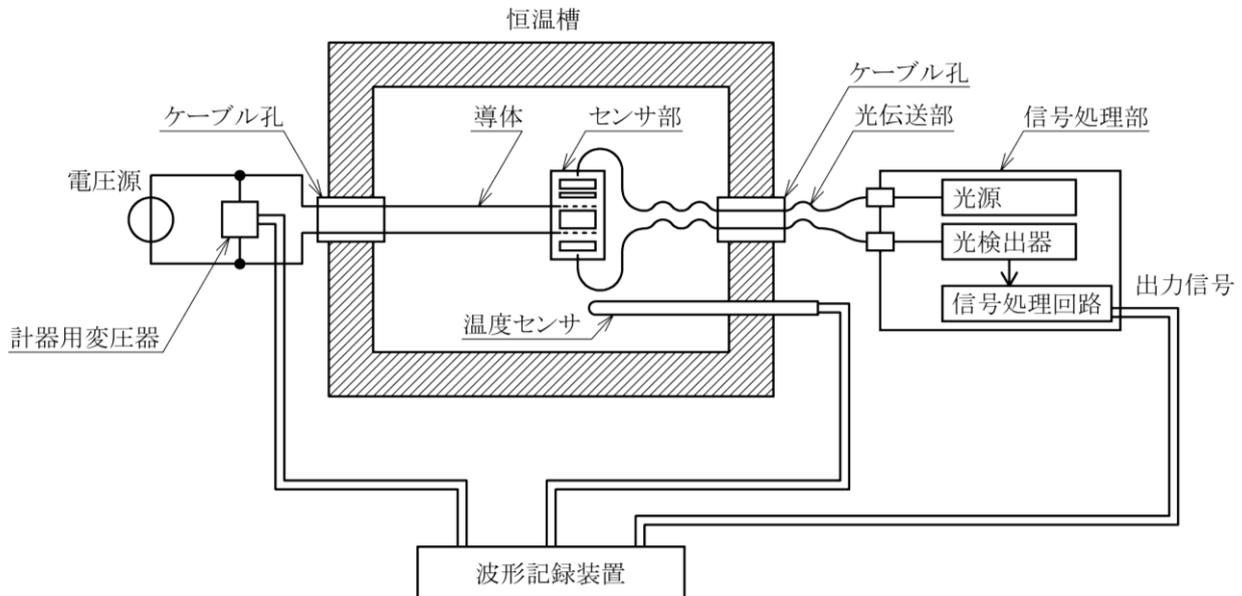


図7—センサ部の定常温度特性試験及び過渡温度特性試験の構成例

b) 試験電圧

センサ部及び光伝送部は定格電圧で行う。信号処理部は、定格電圧及び電圧0で行う。仕様で規定する試験周波数帯域内で定めた単一の周波数で行う。試験電圧値及び試験周波数を試験成績書に明記する。

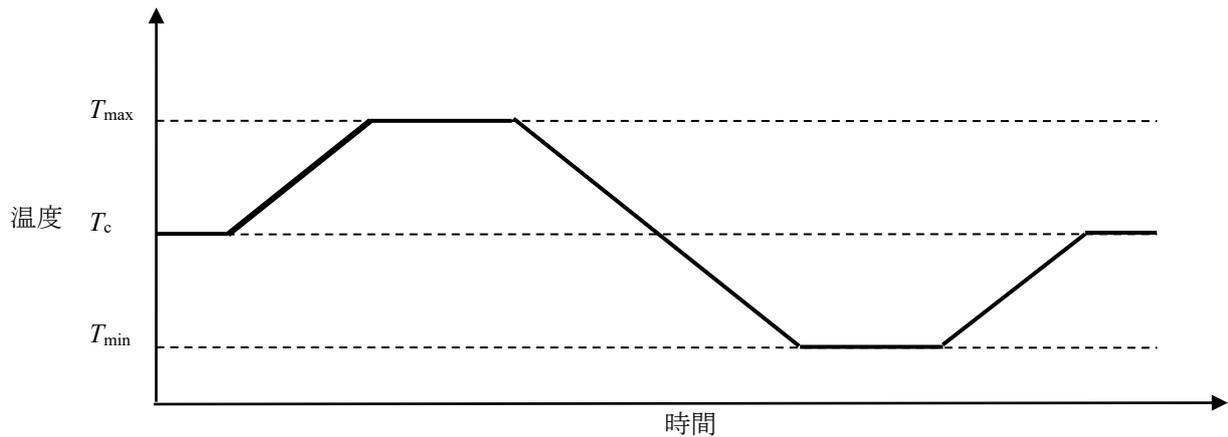
c) 電源

定電圧電源を用いることが望ましい。

5.5.1.4 試験手順

試験温度は、15℃～35℃の任意の1点及び動作温度の上下限の3点とする。追加する試験温度及び温度変化率は、製造業者と使用者との協議で取り決める。温度変化率は1℃/min以下が望ましい。供試部の

温度が十分安定する時間保持し、測定を行う。温度プロファイルの例を図 8 に示す。



記号説明

T_c	: 15 °C~35 °Cの任意の 1 点
T_{max}	: 動作温度範囲の上限値
T_{min}	: 動作温度範囲の下限値

図 8—温度プロファイルの例

5.5.1.5 評価

定常温度特性の評価は、動作温度範囲における光電圧センサ出力の誤差及び位相差の測定値と要求仕様との比較によって行う。

5.5.2 過渡温度特性試験

5.5.2.1 目的

センサ部の周囲温度が変化する状況下では、センサ部を構成する部品の温度分布が不均一になる。その結果、光弾性などによって偏光状態が変わることで、光電圧センサの出力が変動し、測定誤差が生じる懸念がある。パイロ効果による電荷の発生も誤差要因となりうる。また、光学素子及び電子回路の温度特性を補償するために、温度計を設けて補正を行う場合には、温度の測定点と実際に温度の影響を受ける光学素子及び電子回路との間に温度差が生じる懸念がある。温度が変化する環境下で光電圧センサが用いられる場合、均一な温度分布での温度特性の試験だけでは不十分である。したがって、動的な温度特性の試験が必要となる。

5.5.2.2 試験を実施する部位

実使用条件において、信号処理部、光伝送部及びセンサ部の環境温度がいずれか 1 つでも無視できない程に異なる場合には、これらの過渡温度特性を別々に測定する。

a) センサ部

恒温槽にセンサ部を納め、実使用環境に相当する温度の変化速度を制御し、光電圧センサの出力の変化を測定する。図 9 に示すように、センサ部に温度変化が加わったとき、複屈折率 β が急激に高くなり、温度が定常状態の時の複屈折率より高くなる可能性がある。

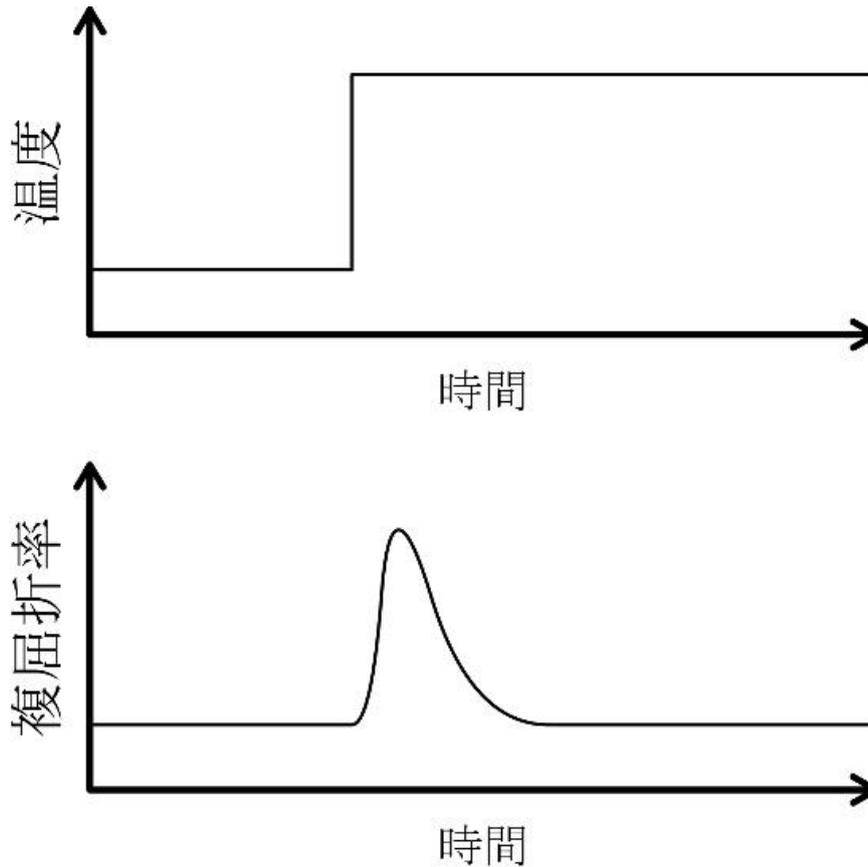


図9—温度変化時の複屈折率変化

b) 光伝送部

光伝送部に偏波面保存光ファイバを用いる場合に行う。

c) 信号処理部

信号処理部が温度変化の補正を含む場合に行う。

5.5.2.3 試験構成

センサ部の定常温度特性試験及び過渡温度特性試験の構成例を図7に示す。試験装置及び条件に対する要求事項は、次による。

a) 恒温槽

供試部が設置状態で収納可能な内寸をもつ。特に急峻な温度変化を必要とする場合には、二槽式の熱衝撃試験装置を用いることが望ましいが、十分な温度変化が得られれば、一槽式の熱衝撃試験装置を用いてもよい。センサ部、光伝送部又は信号処理部を個別に試験する場合、光伝送部及び導体を通すためのケーブル孔をもつ。

b) 試験電圧

センサ部及び光伝送部は定格電圧で行う。信号処理部は、定格電圧及び電圧0で行う。仕様で定められた試験周波数帯域内で定めた単一の周波数で実施する。試験電圧値、試験周波数は試験成績書に明記する。

c) 電源

定電圧電源を用いることが望ましい。

5.5.2.4 試験手順

動作温度範囲の上下限の条件で行う。

温度変化率は、実使用条件で想定される温度変化率より高くする。

試験温度は、次の4条件とする。試験温度を追加する場合、製造業者と使用者との協議で取り決める。

- a) 15 °C～35 °Cの任意の1点から動作温度範囲の上限まで
- b) 15 °C～35 °Cの任意の1点から動作温度範囲の下限まで
- c) 動作温度範囲の上限から15 °C～35 °Cの任意の1点まで
- d) 動作温度範囲の下限から15 °C～35 °Cの任意の1点まで

温度変化前及び温度変化後に、供試部の温度が十分安定するために必要な時間、試験温度を保持する。光電圧センサの出力測定は、温度変化前に供試部の温度が十分安定する時間から、温度変化後の供試部の温度が十分安定するまで継続して行う。恒温槽設定温度の例を図10に示す。

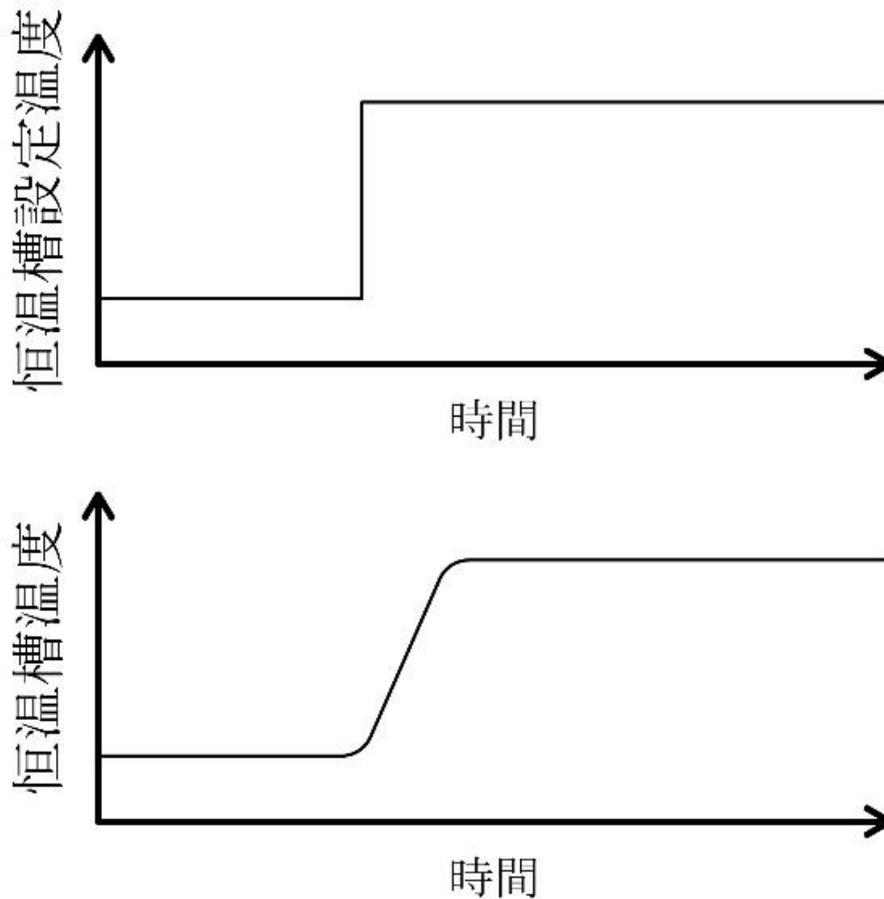


図 10—温度プログラムの例

5.5.2.5 評価

評価は、動作温度範囲における温度変化時の光電圧センサの出力値の誤差及び位相差を測定し、要求仕様と比較することによって行う。

5.5.3 振動試験

5.5.3.1 目的

光電圧センサは、使用環境によって振動が加わることがあるため、振動試験を実施する。

5.5.3.2 試験方法

センサ部、光伝送部、信号処理部へ振動を加え、光電圧センサの出力変動を測定することで試験する。試験は、必要に応じ、センサ部、光伝送部及び信号処理部に対し別々に行う。振動試験条件は、実使用環境を考慮して設定する。被測定電圧は定格電圧及び電圧 0 とする。

各供試部の振動印加法は、次による。

- a) センサ部
 - 1) 打振法
 - 2) 加振機法
- b) 光伝送部
 - 1) 打振法
- c) 信号処理部
 - 1) 打振法
 - 2) 加振機法

5.5.3.3 評価

振動試験の評価は、振動印加時の光電圧センサの出力の誤差の測定値と要求仕様とを比較することによって行う。

附属書 A (参考) 光電圧センサの原理

A.1 概要

この附属書では、検出原理であるポッケルス効果及びポッケルス効果を利用して電圧を検出する原理を記載する。

A.2 ポッケルス効果

ある種の結晶に外部から電界が加わると物質の分極状態が変わり、誘電率の異方性を生じ、物質中を伝搬する光の屈折率が変化し、複屈折を示すようになる。これが電気光学効果である。屈折率の変化量が外部電界に比例する効果をポッケルス効果、二乗に比例する効果をカー効果と呼ぶ。ポッケルス効果及びカー効果の両者が同時に現れることはなく、物質を構成する結晶の対称性又は分極分子の構造によってその一方だけが顕著に現れる。この一次の電気光学効果であるポッケルス効果が、光電圧センサの基本原理である (図 A.1 参照)。ポッケルス効果をもつ物質中を伝搬する光波は、図 A.1 に示すように伝搬方向に垂直で物質の性質によって決まる特定の 2 方向に振動面をもつ波(偏波) e_x, e_y に分解され伝搬する。これらの偏波に対する屈折率の差は、物質に加えられた電界 E を用いて式(A.1)で表される。

$$n_x - n_y = n_o^3 r_p E \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

ここで、
 n_o : 電界が印加されていない時の屈折率
 n_x, n_y : それぞれ偏波 e_x, e_y に対する屈折率
 r_p : ポッケルス係数

各偏波の伝搬速度は、真空中の光速を屈折率で除した値で与えられるため、光が長さ L の物質を出る時点では二つの偏波間に式(A.2)で表される位相差 $\Delta\theta$ が生じる。

$$\Delta\theta = \frac{2\pi L}{\lambda} (n_x - n_y) = \frac{2\pi L}{\lambda} n_o^3 r_p E \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

ここで、
 λ : 光波の波長 (真空中)

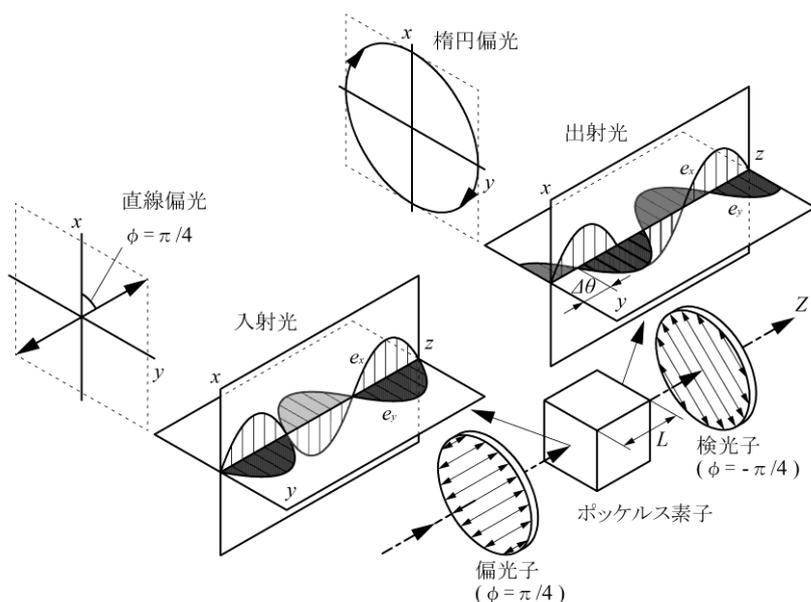


図 A.1—ポッケルス効果

この媒体をセンサとして用い、何らかの方法によってポッケルス効果による複屈折を測定すれば、電界の発生源である電圧の大きさを知ることが可能である。光の伝搬方向と、測定電界の方向との関係についてまとめたものを表 A.1 に示す。横型変調方式は、光の伝搬方向と垂直な方向の電界が測定できるもので、検光子の向きを変えることによって、直交する二つの電界成分 E_x 、 E_y を分離して測定できる場合がある。縦型変調方式は、光の伝搬方向と平行な方向の電界が測定できるもので、光の伝搬経路に沿った電界の積分値、すなわち電位差に比例した情報を直接得ることが可能である。

表 A.1—感度を持つ電界の方向

	横型変調	縦型変調
測定される量	$\int_0^L E_x dz, \int_0^L E_y dz$	$\int_0^L E_z dz$

ここでは、媒体は光が通過できる大きさとする。このような素子を“バルク形素子”という。

A.3 電圧検出方法

A.2 に示す原理を応用して電圧を検出する基本的な方法は次のとおりである。ポッケルス素子と光学素子とを組み合わせたセンサ部、光源、光検出器、信号処理回路及び電源を含む信号処理部、検出部と信号処理部との間を結ぶ光伝送部の 3 要素からなる系を組み立てる。図 A.2 にポッケルス効果による電圧検出

方法の構成を示す。光検出器に導かれる光がポッケルス効果に応じた情報をもつ。受光された光は光の強度に比例する電気信号に変換され、信号処理を施された後、ポッケルス効果によって生じる位相変化に応じた出力に変換される。

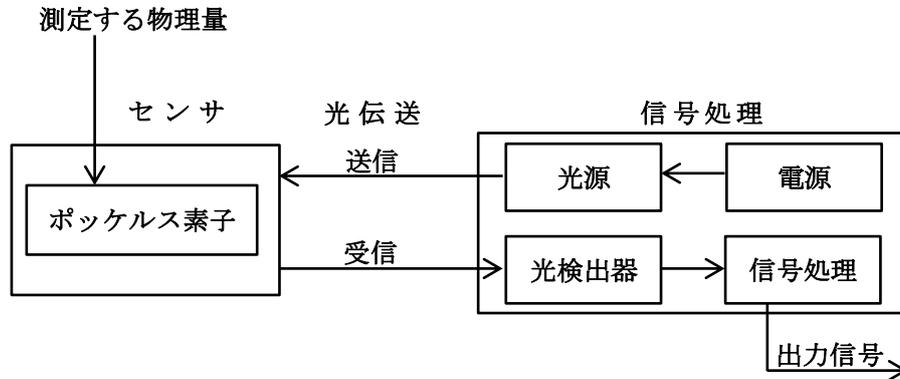


図 A.2—ポッケルス効果による電圧検出方法の構成

光電圧センサの方式、構成及び動作の、開発及び適用には多くの事例があり、それらの全ての技術要素を包含する分類を行うことは困難である。次に、強度変調方式及び干渉方式を取り上げ、概要説明する。

a) 強度変調方式

図 A.3 に、強度変調方式の光電圧センサの基本構成を示す。光源からの光が送光ファイバで光学部に送られ、偏光子及び波長板によって円偏光に変換された後、ポッケルス素子に入射する。ポッケルス素子中では、素子に加わった電界によって生じたポッケルス効果によって楕円偏光となり、楕円率は電圧によって変化する。ポッケルス素子を通じた光は、光学部内の検光子に入射する。検光子を通過した光ビームの強度は、楕円偏光の楕円率の変化に応じて変化する。検光子を通過する光は、それぞれ受光ファイバで信号処理部に送られ、光検出器によって受光強度に比例した電気信号に変えられる。信号処理回路から、被測定電圧に比例する値が出力される。

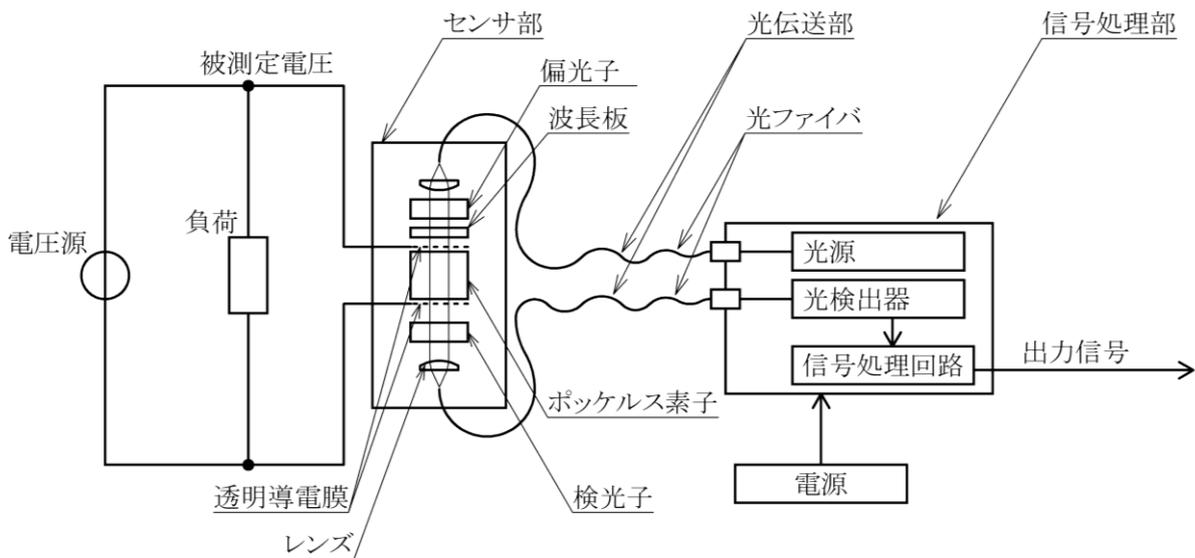


図 A.3—強度変調方式の光電圧センサの基本構成

b) 干渉方式

図 A.4 に、干渉方式の光電圧センサ構成例を示す。

光源を發した光は、光カプラで二つに分離され、一方が偏光子に入射する。偏光子を通過した光は光ファイバからなる光伝送部に入射し、位相変調器を通過後、レンズで平行光にされ、ファラデー回轉子に導かれる。位相変調器を通過することによって、偏光面が互いに直交する二つの直線偏光モード間に角周波数 ω_m の位相変調が施される。次に、両直線偏光はファラデー回轉子を透過し、両偏光モードに軸を合わせて設置されたポッケルス素子に入射した光はミラーで反射され、ファラデー回轉子に戻る。その間、光は電圧が作る電界によるポッケルス効果を受け、二つの偏光モードの間に電圧に比例する位相差が生じる。

その後、光はレンズで集光され、光ファイバに再び入射する。ファラデー回轉子を往復することで、それぞれの偏光面は 90° 回轉し、センサ部に入射する前の偏光と交換される。光ファイバを通過する光は、追加の位相変調を受けた後、偏光子に入射し、二つの偏光成分が干渉する。この構成によって、ポッケルス素子の中で生じたポッケルス効果による偏光成分の位相差が、光の強度に変換される。偏光子を通過した光は、カプラに導かれて二つのビームに分離され、そのうち的一方が光検出器に導かれて電気信号に変換される。

出力の直線性及び安定性を確保するため、位相変調器と組み合わせた信号処理が行われる。一連の動作の中で、二つの直線偏光は光ファイバを往復する間に入れ替わるため、光ファイバに環境から加わる外乱によって生じる位相差は補償される。

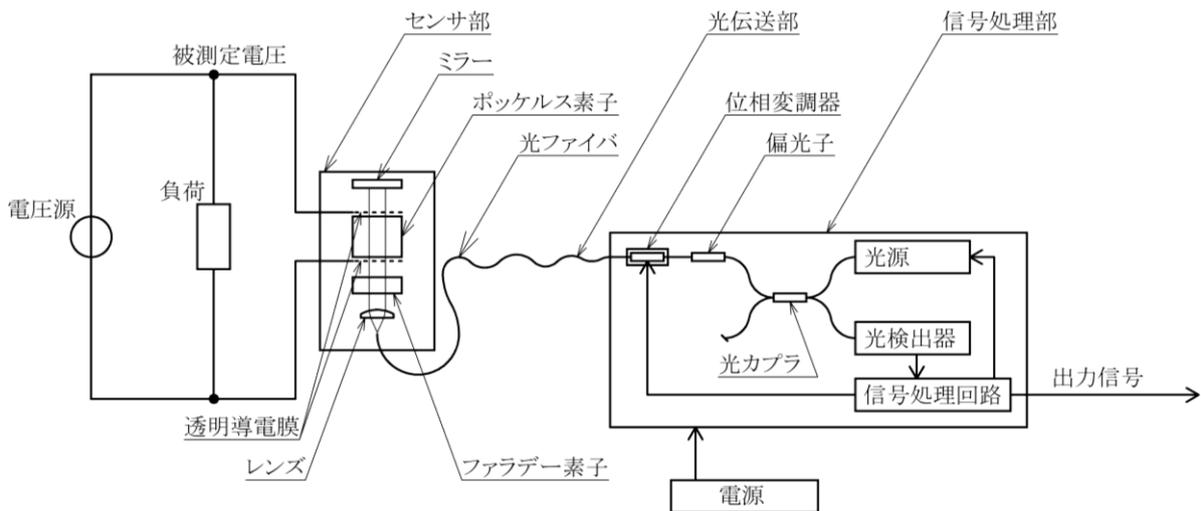


図 A.4—干渉方式の光電圧センサの構成例

附属書 B

(参考)

光電圧センサ技術の特長

B.1 一般事項

この附属書では、**附属書 A** で述べた原理から導かれる光電圧センサ技術に期待される特長を記載する。ここでは、電力設備に電圧検出装置を適用する場合を想定し、検出装置の特性を、計器用変圧器、分圧器などの特性と比較する。なお、光電圧センサ技術の課題については、ここでは述べない。どのような課題があり、課題への対策について評価をする事項については、**5.5** で、その他の特長を示す事項の評価と併せて記載する。以上の観点から技術に期待される特長を列挙すると、次のとおりとなる。

a) 小型・軽量

センサ及び信号伝送路が光学結晶、光ファイバなどの電気絶縁物で構成されるため、充電部に取り付けるときの絶縁の確保が容易である。また、鉄心などの重量物が不要である。そのため、取付け構造を含めた装置の全体を小型・軽量にできる。

b) 耐電磁雑音性

光による検出及び信号伝送であることから、信号線を通じた電子回路への電磁誘導雑音の侵入がない。そのため、信号が電磁誘導雑音の影響を受けにくい。また、サージ侵入による電子回路故障の懸念がない。長距離信号伝送（後記）が可能であり、電子回路の設置場所を電磁環境の良い場所を選ぶことができる。

c) 長距離信号伝送

低損失かつ低分散の光ファイバによって信号伝送を行うため、高速現象を長距離伝送できる。そのため、電子回路の設置場所を、電源の確保が容易で、電磁環境がよく、次段装置への信号伝達が容易な場所に、かつ、自由に選ぶことができる。

d) 取扱い性

絶縁性の高い結晶をもちいて電圧を検出できる。交流測定では非接触での電圧測定が可能であり、直流においても分圧器を小型にできる。

e) 安全性

2次回路の短絡による危険が無い。絶縁油などの可燃物が不要であり、火災の危険がない。

f) 高電圧の検出

変圧器に現れる鉄心の磁気飽和に起因する特性の劣化がない。したがって、電力系統の事故時に流れ得る直流分を含む高電圧の検出に適する。

g) 直流の検出

ポッケルス効果は直流電圧に反応するため、直流の検出にも用いることができる。

h) 高速現象の検出

ポッケルス効果によって検出し、光ファイバによって信号伝送することから、高速な現象の検出及び信号伝送が可能である。

i) 検出対象への影響小

装置の取付けによる被検出電圧への影響が小さいので、電源パワーが小さい回路に流れる電圧を正確に検出できる。

附属書 C (参考) 光電圧センサの必要性能

C.1 一般事項

この附属書では、光電圧センサに必要とされる機能、検出性能、信頼性など、装置に望まれる性能を記載する。

C.2 性能に制約を与える要因

列挙した原因による制約がどの程度のものであるかを、対象となる検出装置について試験する方法を示すことが、この規格の目的である。これら制約の可能性について、必要な項目を選択して試験する。

光電圧センサの性能及び信頼性に制約を与える可能性のある事項を、次に示す。

a) センサ部

1) 原理的制約

- ・ポッケルス係数及び電圧に依存する複屈折の感度の制約
- ・複屈折の読取可能最大位相によって受ける最大検出電圧の制約
- ・外部電界の影響
- ・ポッケルス素子中を光が通過する時間に依存する応答速度の制限
- ・ポッケルス素子特有の特性

2) 環境条件に依存する特性の変化

- ・ポッケルス素子のポッケルス係数の温度依存
- ・ポッケルス素子の光弾性効果による感度の温度依存
- ・旋光性のあるポッケルス素子の旋光角の温度依存
- ・ポッケルス素子や光ファイバの変形による偏光の回転
- ・ポッケルス素子、光学素子などに伝わる振動に起因する偏光及び伝送光強度の変動
- ・光学素子の光軸ずれの温度依存

3) 耐久性及び寿命

- ・耐水性
- ・耐高温及び低温性
- ・耐紫外線
- ・耐周囲媒質性
- ・耐振動性
- ・耐電圧性
- ・光学素子の光軸の経年変化

b) 光伝送部

1) 原理的制約

- ・信号伝送路の損失に依存する最大信号伝送距離の制限

2) 環境条件に依存する特性の劣化

- 光ファイバの振動による伝送光量及び偏光の変動

3) 耐久性及び寿命

- 耐水性
- 耐高温・低温性
- 耐紫外線
- 耐ガス性
- 耐振動性
- 耐電圧性

c) 信号処理部**1) 原理的制約**

- 光源の波長の変化によるポッケルス係数の変動
- 電子回路内で生じる雑音による検出感度の制限
- 電子回路の帯域に依存する応答速度の制限
- システム全体の非直線性による最大被測定電圧の大きさの制限
- デジタル出力伝送規約への適合
- アナログ出力できる負担（負荷）の制限

2) 環境条件に依存する特性の劣化

- 電子回路の特性のドリフト
- 電子回路の特性の温度依存
- 電子回路への雑音の侵入

3) 耐久性及び寿命

- 高温，低温，湿気，振動などの周囲環境条件による部品の劣化

d) その他の制約

- 寸法重量に制約が生じ，目標を満たさない。
- 取り扱い性に制約があり，取付け方法が複雑である。
- コストが目標を満たさない。

C.3 装置の仕様決定の手順

この箇条では、光電圧センサを供給する側とそれを適用する側との両者の間で受け渡される“検出装置”について、装置の仕様を定める手順を、次のように整理する。

a) 受け渡される装置の基本構成

4.1 及び図 1 で述べたとおり、この規格では、“光電圧センサ”として次の 3 要素からなるものを扱う。

- センサ部
- 信号処理部
- 光伝送部

b) 基本設計

またそれらの各要素は、次の二つの条件を踏まえて、基本設計される。

- 装置の方式：A.3 参照。
- 適用条件

c) 受け渡される装置の範囲及び性能

これらに加え、さらに、センサを供給する側とその適用を行う側との両者の相互の打ち合わせを含む検討によって、受け渡される光電圧センサ計測装置について、次の二つの事項が定まる。

- 受け渡される装置の範囲
- 受け渡される装置の性能

d) 詳細設計

c)によって、受け渡される装置の方式、適用条件、範囲及び性能が明らかになった後、受け渡される装置の詳細な設計を行うとともに詳細な仕様を定める。

e) 製作

設計に基づいて、装置の“製作”が行われる。

f) 試験

製作された装置が設計どおりの性能をもつことを確認するため、必要な項目について、装置の試験が行われる。

g) 仕様のとりまとめ

a)～f)の手順が完了した後、装置の仕様をとりまとめる。

附属書 D
(参考)
測定パラメータ性能表

D.1 一般

センサ特性を比較しやすくするために、表 D.1～表 D.2 及び図 D.1～図 D.7 を使用して、測定されたパラメータ値を記録することが望ましい。

D.2 入出力特性**表 D.1—入出力特性**

温度: _____

入力電圧 V	出力電圧 V	誤差 %	備考
0	XX,X	XX,X	
0,2	XX,X	XX,X	ノイズ等価電圧
0,4	XX,X	XX,X	ノイズ等価電圧の約 2 倍
...	XX,X	XX,X	
V_n	XX,X	XX,X	定格電圧
...	XX,X	XX,X	
V_{max}	XX,X	XX,X	最大測定可能電圧

D.3 周波数特性

表 D.2-周波数特性

温度: _____

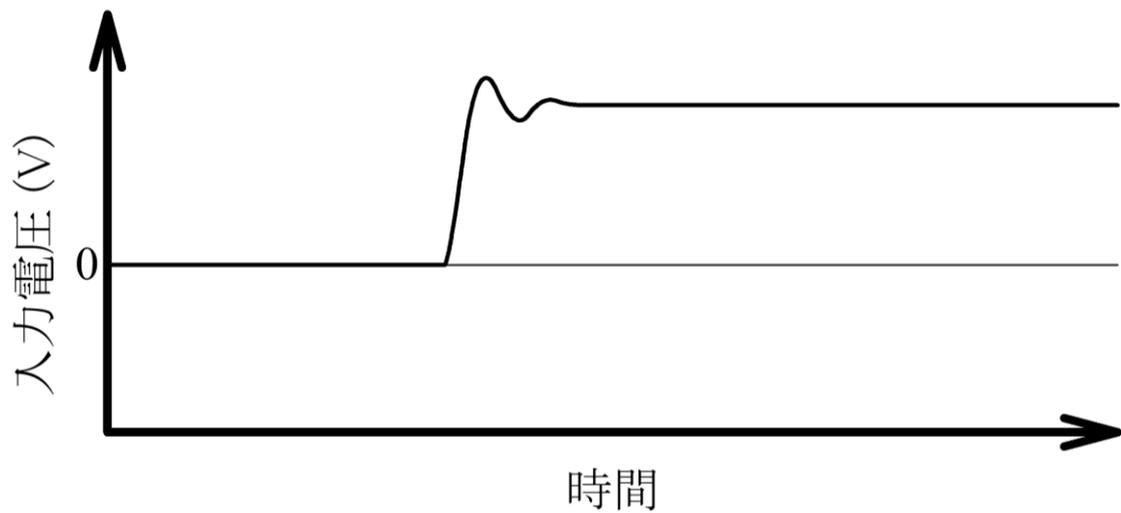
入力電圧:定格電圧			
周波数 Hz	出力電圧 V	誤差 %	備考
0,1	XX,X	XX,X	最低測定可能周波数
1	XX,X	XX,X	
10	XX,X	XX,X	
100	XX,X	XX,X	
1k	XX,X	XX,X	
10k	XX,X	XX,X	
...	XX,X	XX,X	
1M	XX,X	XX,X	最高測定可能周波数
入力電圧:測定可能な最大電圧			
周波数 Hz	出力電圧 V	誤差 %	備考
0,1	XX,X	XX,X	最低測定可能周波数
1	XX,X	XX,X	
10	XX,X	XX,X	
100	XX,X	XX,X	
1k	XX,X	XX,X	
10k	XX,X	XX,X	
...	XX,X	XX,X	
1M	XX,X	XX,X	最高測定可能周波数

D.4 過渡特性

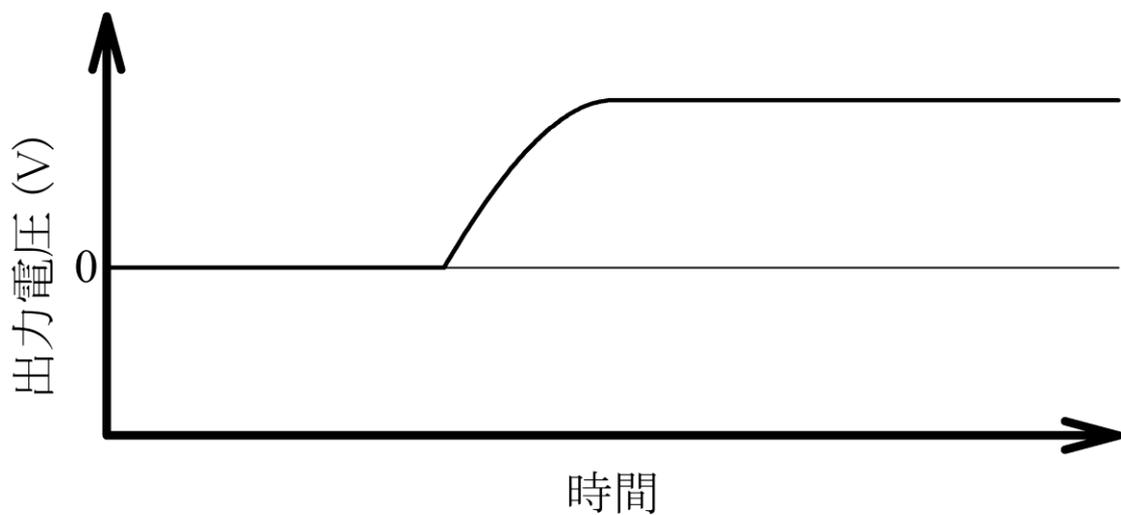
入力電圧: _____

立ち上がり時間 (t_r): _____遅れ時間 (t_d): _____行き過ぎ時間 (t_p): _____行き過ぎ量(P_m): _____

温度: _____



a) 入力電圧



b) 光電圧センサ出力

図 D.1-過渡特性の例

D.5 定常温度特性

入力電圧: 0 V

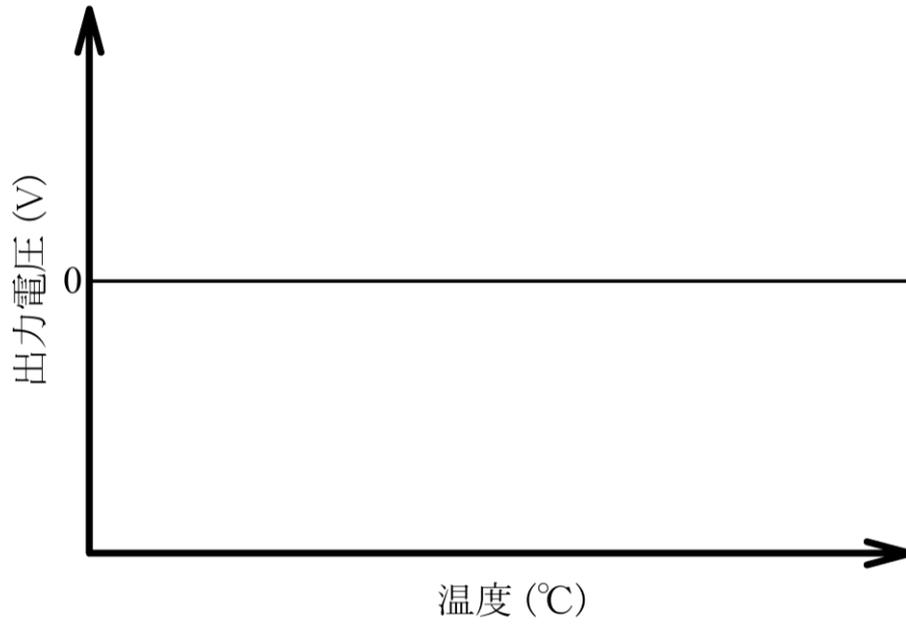


図 D.2-電圧 0 における温度特性の例

入力電圧: 定格電圧

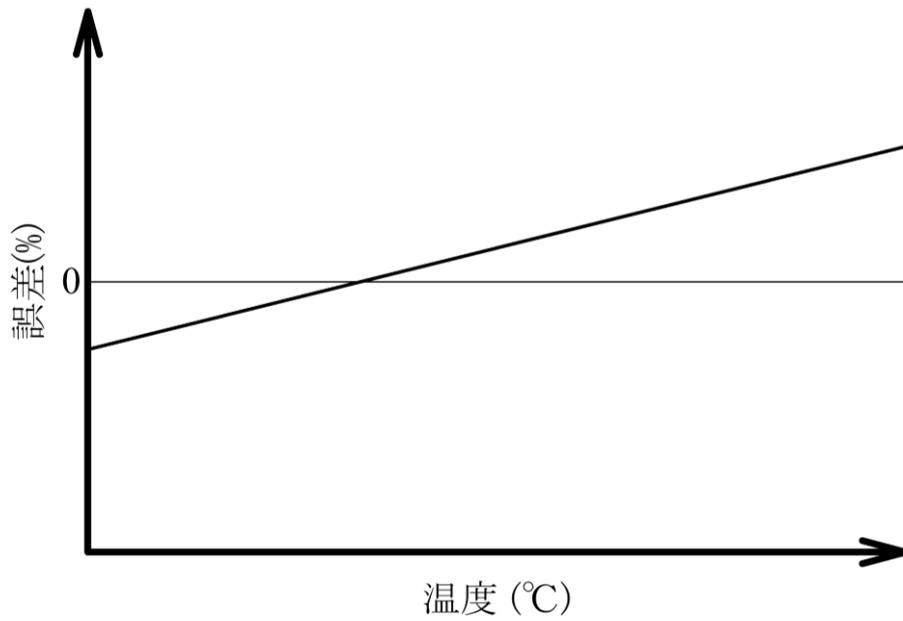
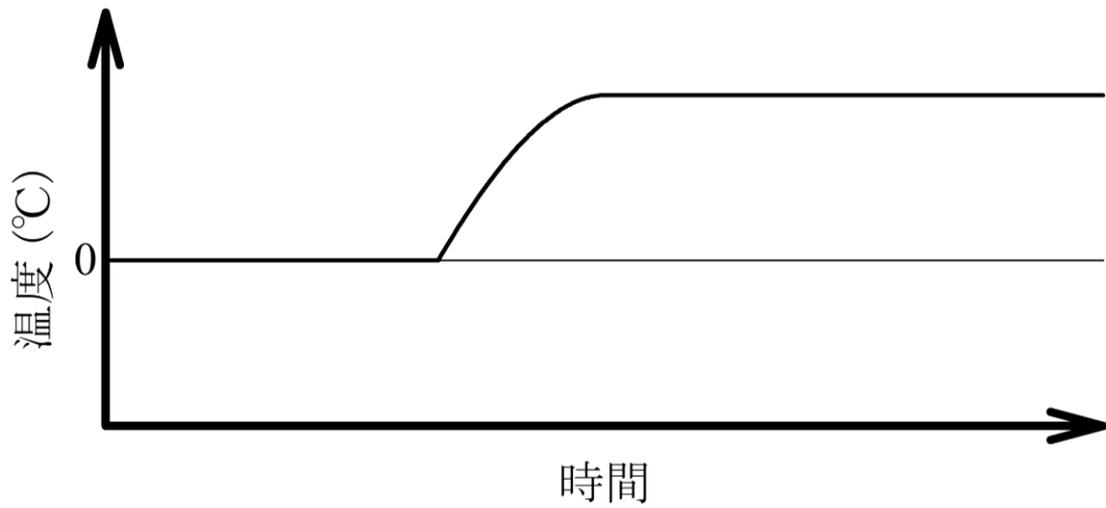


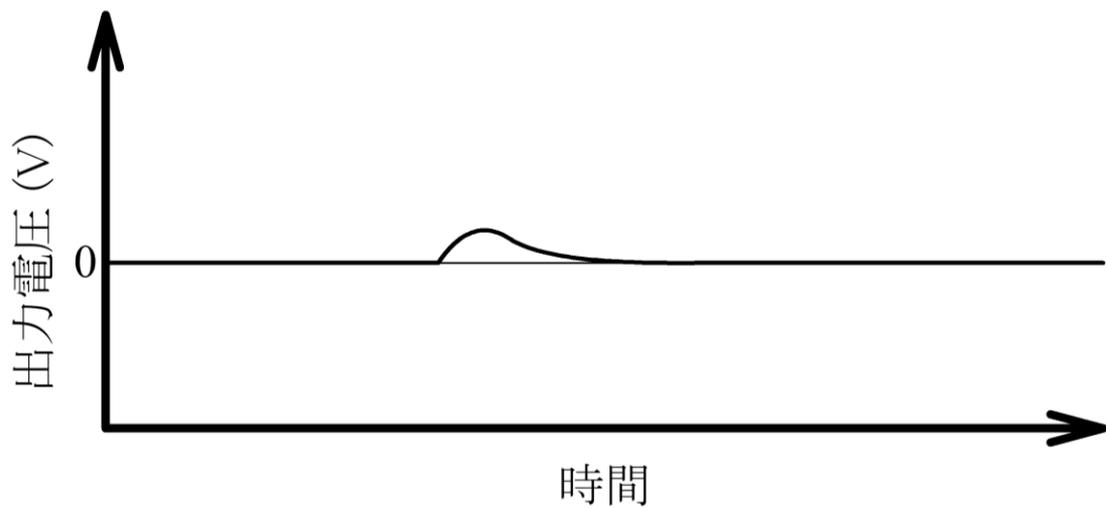
図 D.3-定格電圧時の温度特性の例

D.6 過渡温度特性

入力電圧: 0 V



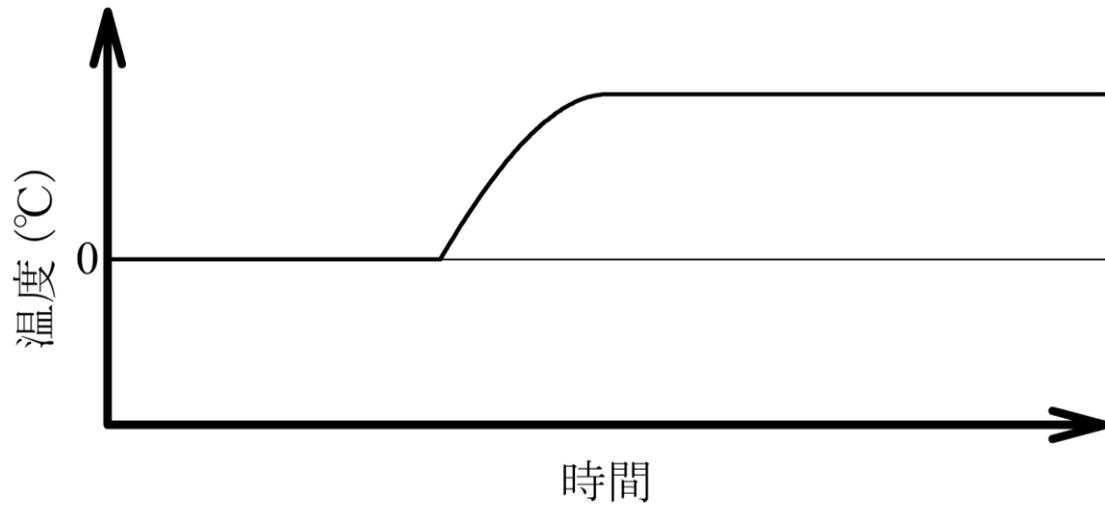
a) 温度変化



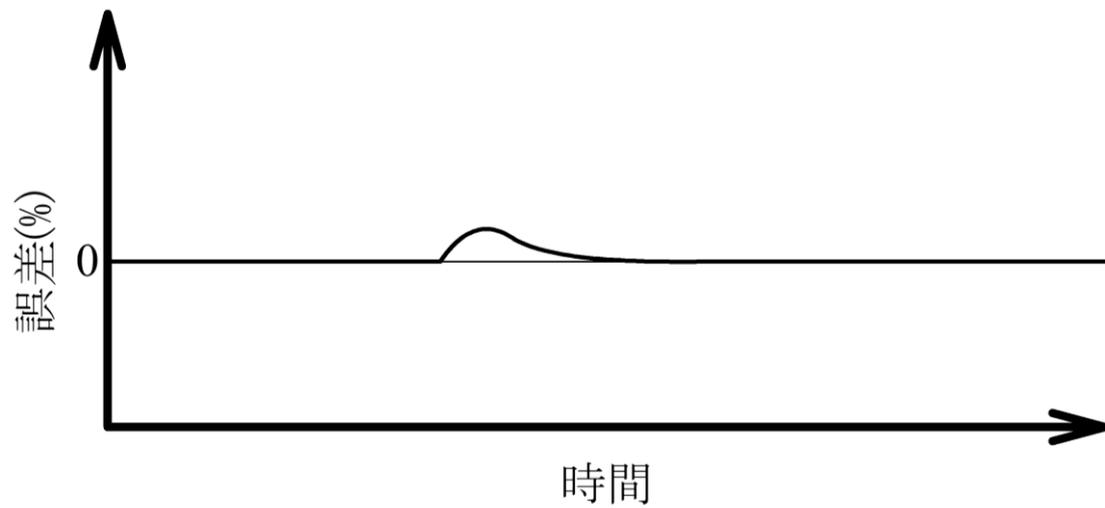
b) 光電圧センサ出力

図 D.4-電圧 0 における過渡温度特性の例

入力電圧: 定格電圧



a) 温度変化



b) 誤差

図 D.5-定格電圧における過渡温度特性の例

D.7 振動試験

測定方式：打診法による

入力電圧: 0 V

温度: _____

加速度: _____

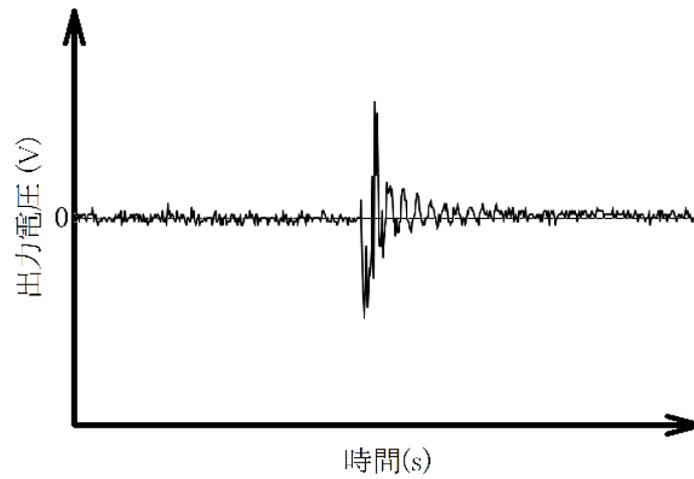


図 D.6-電圧 0 における振動試験の例

入力電圧: 定格電圧

温度: _____

加速度: _____

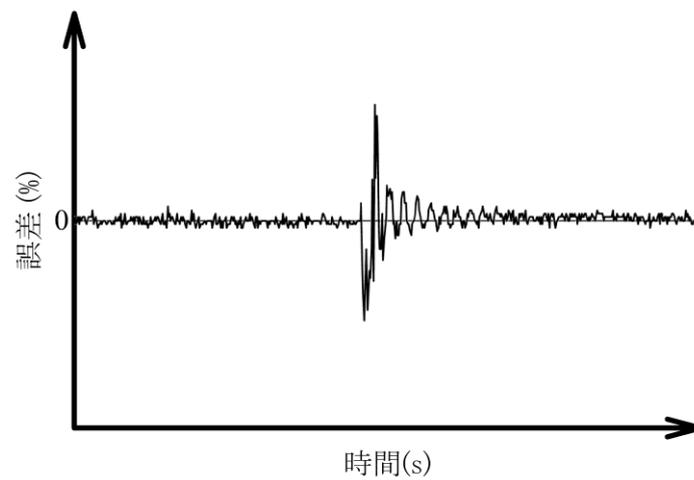


図 D.7-定格電圧における振動試験の例

参考文献

- [1] **JIS C 1731-2** 計器用変成器－（標準用及び一般計測用）第2部：計器用変圧器
- [2] **IEC 61869-1:2007**, Instrument transformers－Part 1: General requirements
- [3] **IEC 61869-15:2018**, Instrument transformers - Part 15: Additional requirements for voltage transformers for DC applications
- [4] **IEC 60044-7:1999**, Instrument transformers - Part 7: Electronic voltage transformers
- [5] **IEEE 1601-2010**, IEEE Trial-Use Standard for Optical AC Current and Voltage Sensing Systems
- [6] **EIAJ TT-5006:1998** 電子計測器用語規格
- [7] **JEC-1201-2007** 計器用変成器（保護継電器用）

OITDA FS 02 : 2022

光電圧センサ 解説

この解説は、本体及び附属書に記載した事柄並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

1 制定の趣旨及び経緯

IEC TC 86/SC 86C では光ファイバセンサの体系的な規格化が議論されており、既に電流センサについては、OITDA 規格 (OITDA FS 01 光ファイバ電流センサ) を元に IEC 61757-4-3 (Fibre optic sensors - Part 4-3: Electric current measurement - Polarimetric method) が標準化されている。

光電圧センサに関する標準化は、主に出力インタフェースに主眼をおいた電力応用に関する IEC 60044-7:1999 (Instrument transformers - Part 7: Electronic voltage transformers) が標準化されている。光電圧センサは電力用以外の電圧測定にも適用が期待されているが、その性能評価手法に関して規定する文章が存在しない。その電圧測定に関する規定として評価手法の標準化を検討し、この規格の制定に至った。この規格は、ファイバオプティクス標準化部会 光ファイバセンサ専門部会において、2020 年度から検討を開始し、2021 年末までに原案を取纏め、審議した。

2 審議中に特に問題となった事項

この規格の制定審議で問題となった主な事項及び審議結果は、次のとおりである。

- a) ポッケルス係数とポッケルス定数、いずれも同じ意味を表すことばとして使用されているが、本規格においてどちらを採用すべきかが議論となった。Yariv and Yeh の教科書類を参考にポッケルス係数を採用することとした。
- b) 製品化されていない直流用を適用範囲に入れるか、干渉方式を記載するかについて議論した。開発は実施されており、また、適用時の効果も大きいことから適用範囲に入れ、記述することとした。
- c) 分圧器一体の光電圧センサが製品化されており、この扱いについて議論した。分圧器とその他の部分を物理的に切り離して測定することが困難であるので、分圧器も含めて光電圧センサとして試験を実施するよう規定した。
- d) IEC 60050-312-02-32 において分圧器には変圧器も含まれることになっており、日本の工学的な常識と異なる。IEC 60050-312-02-32 を参考にしつつも、変圧器を含まないと用語を定義した。
- e) 光電圧センサの温度特性について、ポッケルス素子の温度特性は、ポッケルス係数そのものよりも複屈折や旋光性が主因となって発生することに留意して記載すべきとの指摘があり、調査したが、ポッケルス係数そのものの温度特性も無視できないことが判明し、そのままの記述とした。
- f) 光電圧センサの周波数特性について、ポッケルス素子の周波数特性は、ピエゾ効果の影響を強く受け、必ずしも平坦 (坦) とはならないので、注意を喚起すべきとの議論があり、記載を追加した。
- g) 横型変調の原理図について、一般的には電界印加方向が 1 軸であり、1 軸だけの記載を推奨する意見があったが、原理図としての正確性を優先し、現状の記載とした。

3 規格検討メンバ

規格検討メンバ

氏名	○は執筆者	所属
熊田 亜紀子	○	東京大学
高橋 正雄	○	東芝インフラシステムズ株式会社
黒澤 潔	○	元東京電力株式会社
山口 達史	○	株式会社東光高岳
佐々木 勝	○	アダマンド並木精密宝石株式会社
村山 英晶		東京大学
村谷 博文		一般財団法人光産業技術振興協会

4 原案作成委員会の構成表

光ファイバセンサ標準化部会（2020年度～2022年度） 構成表

	氏名	所属
議長	村山 英晶	東京大学
メンバ	足立 正二	特定非営利活動法人 光ファイバセンシング振興協会
	飯田 大輔	日本電信電話株式会社
	今井 道男	鹿島建設株式会社
	大森 賢一	株式会社 フジクラ
	熊田 亜紀子	東京大学
	黒澤 潔	元東京電力株式会社
	小泉 健吾	沖電気工業株式会社
	斉藤 崇記	アンリツ株式会社（～2021年3月）
	佐々木 一正	産業技術大学院大学
	佐々木 勝	アダマンド並木精密宝石株式会社
	佐藤 功紀	古河電気工業株式会社（～2022年3月）
	高橋 正雄	東芝インフラシステムズ株式会社
	田畑 和文	オプトオール株式会社
	忠隈 昌輝	古河電気工業株式会社（2022年4月～）
	福澤 亨	横河電機株式会社
	藤田 圭一	長野計器株式会社
	増田 岳夫	lupo bianco（2022年4月～）
	町島 祐一	株式会社レーザック
	山口 達史	株式会社東光高岳
オブザーバ	岡田 直也	経済産業省商務情報局情報産業課（～2021年3月）
	池田 和浩	経済産業省商務情報局情報産業課（2021年4月～）
	加藤 俊二	国立研究開発法人 土木研究所
	斉藤 崇記	アンリツ株式会社（2022年4月～）
	米田 竜司	経済産業省産業技術環境局（～2021年3月）
	宮端 茂	経済産業省産業技術環境局（2021年4月～）
	渋谷 隆	株式会社白山
	増田 岳夫	一般財団法人光産業技術振興協会（～2022年3月）
	森 洗遥	日本電気株式会社光応用ソリューション推進部
	依田 幸英	日本電気株式会社フォトリソシステム開発統括部
事務局	村谷 博文	一般財団法人光産業技術振興協会
	森 高章	一般財団法人光産業技術振興協会（～2021年3月）
	瀬戸山 徹	一般財団法人光産業技術振興協会（2021年4～6月，2022年4月～）
	浦野 章	一般財団法人光産業技術振興協会（2021年7月～2022年3月）

禁無断転載

この OITDA 規格は、一般財団法人光産業技術振興協会光ファイバセンサ標準化部会の審議により制定したものである。
この資料についてのご意見又はご質問は、下記にご連絡ください。

OITDA 規格

規格名：光電圧センサ

(Fiber optic sensors—Voltage measurement—Polarimetric method)

規格番号：OITDA FS 02：2022 第 1 版

発行日：2022 年 7 月 22 日

発行者：一般財団法人光産業技術振興協会

住所：〒112-0014 東京都文京区関口 1-20-10
住友江戸川橋駅前ビル 7F

電話：03-5225-6431 FAX：03-5225-6435

e-mail：opt-st@oitda.or.jp （標準化室）