

光ヘテロダイン変位計(HV250)

光ヘテロダイン計測の優位性を保ったまま、HV400の機能を簡便化し低価格を実現
アナログ出力、デジタル出力の機能も搭載したHV400の姉妹機です

<< 特徴 >>

その1 分解能10nmを保って、作動距離が1000mm

その2 本体、プローブと共に小型、低価格

その3 リアルタイム測定・LED表示・アナログ・デジタル出力

HV250もHV400と同様に汎用性の高い変位計です。様々な用途に対応できます。

測定系をより有効に活用するためには、測定光学系の構成やオプションなどに注意を払ってください。

ユーザの要求に答え、使用目的に合わせ、プローブ形状・光学系構成・形状・オプションなどを設計いたします。

注意;ヘテロダイン方式の測定に関しましてはHV400の該当項を参照して下さい。

またHV250では相対測定はできません。ご注意下さい。

<< 仕様 >>

項目	仕様
測定方式	光ヘテロダイン方式
縦分解能	10nm
応答周波数	DC ~ 100kHz
応答速度	0 ~ 70mm / s
作動距離	< 1000mm (LED表示値範囲) * 精度を保つために、500mm程度で測定されることをお勧めします 参考ページ<様々な誤差要因>を参考にして下さい。
光源	周波数安定化HeNeレーザ(FS1M)
出射光波長	633nm
出射光量	100μW以上
出射ビーム径	約0.5mm(出射口)
出射ビーム数	1 * 相対測定はできません
出射ビーム拡がり角	1.5mrad以下
データ表示	測定変位量をリアルタイムに8桁の数字で表示(大型7segLED素子を利用) 表示範囲は - 999999.99μm ~ 999999.99μm 最大表示変化は2000mm
アナログ出力	変位量は0V ~ 4.96Vの範囲で線形的に電圧に変換されてBNC端子より出力。 変位量ゼロを2.500Vとし、1mVの出力を次式で示される変位量に対応する。

	1mV出力相当変位置量 = 10 × 出力アンプ値 [nm] 出力アンプ値として1, 16, 256, 4096の4段階のレンジがある。 選択切り替えはフロントパネル上の回転式スイッチによる。選択したレンジは対応するLEDランプを点灯して表示。
デジタル出力	1データ31ビット(値30ビット、符号1ビット)の平行出力 1ビットは9.887765nmの変位置量に対応し、変位置量は次の式で与えられる。 変位置量 = 9.887765 × ビット数 nm データ出力周波数200kHz。 リアパネル上の36ピンコネクタ端子より出力。コネクタ上にデータをセットしたセット信号を33番ピンより出力。
リセット	次のいずれかの操作により測定変位置量はリセット(値"0"に強制的移行)される。 (1) フロントパネル上での押しボタン操作 (2) BNC端子よりのTRIG入力(TTLレベルでの"LOW"入力)操作 (3) デジタル出力の34番ピンを用いて、外部コントローラ(PCなど)よりTTLの"LOW"信号入力
周波数制御	周波数シフト(FSIS)
プローブ	1プローブ1射出。 オプションにより先端部にアダプタ・CCTVレンズを取り付け可
構成	本体とプローブからなる。 本体とプローブは金属管で覆われた光ファイバーで接続。 光ファイバー長は2mを標準
大きさ	プローブ 角型、丸型の標準品 本体 320W × 330D × 177H、10kg
オプション	顕微鏡への搭載(顕微鏡搭載型変位計);HVM350と同様な構成になります。 CCTVレンズ用アタッチメント(CCTVレンズは市販のCマウント式) プローブ集光系、取り付けステージ、測定光学系、その他光学系・測定系 アナログ出力電圧変更
使用温度範囲	20 ± 5
ウォームアップ	約45分
消費電力	AC100V、50 / 60Hz、250W

<< 応用 >>

光ヘテロダイン変位計としてHV400の姉妹機ですので、HV400の用途はHV250の用途です。応用例がHV400の該当項に記載されていますので参照してください。ただし性能が異なります。

HV250を利用して次の製品もありますので、該当項目も参照してください。

リニアスケラー HVL250

顕微鏡搭載型光ヘテロダイン変位計

バルジ測定器 ヤング率測定器)

プローブ形状、筐体形状、ファイバー長さなどの詳細部に関しましては、打ち合わせにより用途・環境にあわせて設計

<< 機能概要 >>

(1) データ表示

測定された変位量はリアルタイムで大型LED素子により数字で表示されます。

変位量は最小単位を10nmとして8桁表示されます。つまり、表示範囲は-999999.99μm~999999.99μmです。これより、表示される全変位量は2000mmです。

(仕様値の作動距離の1000mmとの違いは次の理由によります。測定のスタート時に、リセット機能により、変位量をゼロにセットされる場合、測定し表示される範囲は1000mmが限度となります。これが作動距離の値です。しかし、作動距離は正方向にも、負方向にも1000mm取れますので、表示される全変位量は2000mmです) 変位量が1000mmを越えた場合、もしくは-1000mmを下回った場合には表示値は正しくありません。リセットしてください。

(デジタル出力は31ビット(データ部)出力されますので、表示値は正しくなくても計測値は出力されます。

1m以上の変位量を測定される場合、デジタル出力を使ってください。但し、プローブから被測定物までの距離が3mを越えるようになると、波長の安定性より、10nmの分解能は得られません。また、様々な要因を考慮しますと500mm程度に抑えられることが賢明です。＜様々な誤差要因＞の項を参考にして下さい。)

(2) アナログ出力

測定された変位量に比例した電圧値をリアルタイムでフロントパネル上のBNC端子より出力します。ただし、出力電圧範囲は0Vから4.96Vです。4.96Vを越える変位量の場合、または、0Vを下回る変位量の場合には変位量と出力電圧の間の線形性は失われます。2.5Vは測定値の変位量zeroに相当します。

5V出力電圧に相当する変位量(最大変位量と呼ぶ)はフロントパネル上の切替スイッチにより選択できます。切り替えレンジは次の4種です。必要に応じて切り替えてお使い下さい。

- 20μmから19.8μm、 - 327μmから324μm、 - 5.2mmから5.15mm、 - 83mmから82.3mm

計測された変位量が有効出力範囲を外れた場合、正しい値を示しません。この場合にはレンジを変えてください。レンジ5として、レンジ4の16倍出力も可能です(標準品ではレンジ5はありません。これは1m以上での計測において精度が保証できないことによります)。

(3) デジタル出力

1データあたり30ビット数値と符号1ビットでパラレルデジタル出力されます。

1ビットは9.887765nmに相当します。次の式により変位量を算出してください。(プローブと被測定物の距離が3mを越えますと10nmの分解能は得られません。また、500mm以内での測定を推奨します。)

$$\text{変位量} = 9.887765 \times \text{ビット数} \quad \text{nm}$$

出力周波数は200kHzです。またデータの切り替えに合わせて、信号が出力されます。この信号はシェークハンドタイプではありませんので、データ受け取りパソコン側で判断処理してください。

デジタル信号はリアパネル上の36ピンコネクタ端子より出力されます。

(4) リセット機能

リセット機能とは測定中の変位量を強制的にゼロにする機能です。これより、リセット機能が働くと、LED上の表示、アナログ出力、デジタル出力すべてが変位量ゼロにリセットされます。

機能が働く以前の変位量データは保存されません。ご注意下さい。

リセット機能は次の2つの手段のいずれかにより実行されます。

(1) フロントパネル上の押しボタン操作; 押しボタンを押すことによりリセットされます

(2) フロントパネル上のTRIG入力用BNC端子から、TTLレベルの"LOW(0V)"信号入力する操作

(5) プロープ

プローブ内には光回路が組み込まれています。衝撃力には大変弱い構造です。測定する際にも取扱いには注意してください。また、本体とプローブは光ファイバーで接続されています。フレキシブルな金属管で保護されていますが、応力には弱い光部品です。無理な曲げはしないようにお願いします。

先端部には市販のCCTVレンズを搭載できるようになっています。CCTVレンズを取りつける際はアタッチメント(オプション品)が必要です。

(6) 周波数安定HeNeレーザ

精密な測定を継続して行うためには、"ものさし"が正確でなくてはなりません。本測定器ではその"ものさし"として周波数安定化HeNeレーザを使用しています。このレーザも当社の製品(型格FS1M)です。本装置のレーザの周波数(f)の安定度(3F)はおおむね次式を満足します。

$$\Delta f / f \sim 5 \times 10^{-9}$$

分解能を保つための議論は、HV400の周波数安定化HeNeレーザの項で表していますので参考にしてください。同じ議論で10nm分解能を保持するためには、レーザ出射口と被測定物間距離は、2m以下、にしてください。

周波数安定化レーザと同様に光周波数を制御する装置として、周波数シフタがあります。この周波数シフタも弊社の製品(型格FS1S)です。光回路を検討される際は、光周波数の安定性に注意を払ってください。

尚、周波数安定化HeNeレーザは消耗品であり、約3000時間で安定動作しなくなります。その際は交換して下さい。安定動作しなくなる症状は、光量が減少(ゆっくりと減少しますので気づきにくい)、測定値のノイズが増加する、測定値が安定せず、長周期の繰り返し成分が現れる。などです。

但し、スイッチを入れた後、レーザが安定するまで光量が変動しますが、これは正常動作です。安定するまで、約40分間計測を始めないでください。(リアパネルにレーザが安定したことを示すLED(LOCK)があります。このランプの点灯後お使いください)。この時間経過前に、画面上に数字が示されますが、ノイズが大きいので、測定値は保証の限りではありません。周波数安定化レーザが正常動作した後お使いください。

光波長の絶対値の桁数よりも、光波長のゆらぎが大きいことが大事です。HeNeヘテロダイン光源の<光周波数の絶対値よりもふらつきの小さいことが必要な理由>の項も参照してください。

<< 構成 >>

(1) 本体

a. フロントパネル上にLED表示、インジケータ表示、リセットボタン、リセット用TRIG入力BNC端子、アナログ出力BNC端子、アナログレンジ切り替えスイッチ、アナログレンジ切り替え表示ランプ、光ファイバー(金属管で保護されている)の取り出し口、ロックランプがあります。リアパネル上にはデジタル出力端子、AC入力端子、ヒューズボックス、電源スイッチ、ファン排気口があります。

b. 本体とプローブは金属管で結合されています。

c. 本体内には熱を発する装置が多くあります。そのため、ファンを取り付けています。ファンの出口をふさがないでください。

d. 本体内にも、光学系が有ります。本体内にゴミが侵入しないように気をつけてください。

e. 光学系の振動防止には2重の対策をとっていますが、本体を防振台などの上に設置されることをお勧めします。

(2) プロープ

a. 標準品は角型と丸型のいずれも有ります。選択は自由です。

b. 角型はベースの5つの止めネジで固定します。丸型は均等な圧力で押さえて固定します。プローブの中心と出射光の中心は一

致しません。プローブの図面を参照して下さい。(打ち合わせによりユーザの希望に合った大きさに変更できます。)

c. 接続されている金属管内には光ファイバーがあります。標準は2mです。金属管は10cm程度の半径までしか曲がりません。無理に曲げますと中の光ファイバーを破損します。できるだけ伸ばした形でご使用下さい。

d. プローブ内は光干渉計が組まれています。干渉は正確に合わされておりますので、わずかな歪みにより光軸がずれ、干渉できなくなります。それを抑えるため、固定には細心の注意を払っています。通常の持ち運びの際には、なんら問題は有りません。但し、落としたり、物にぶついたりされますと狂うことが有ります。出射光量が激減した場合には、この光軸のずれも一因(HeNeレーザの寿命が約3000時間です。寿命時にも激減します)となります。

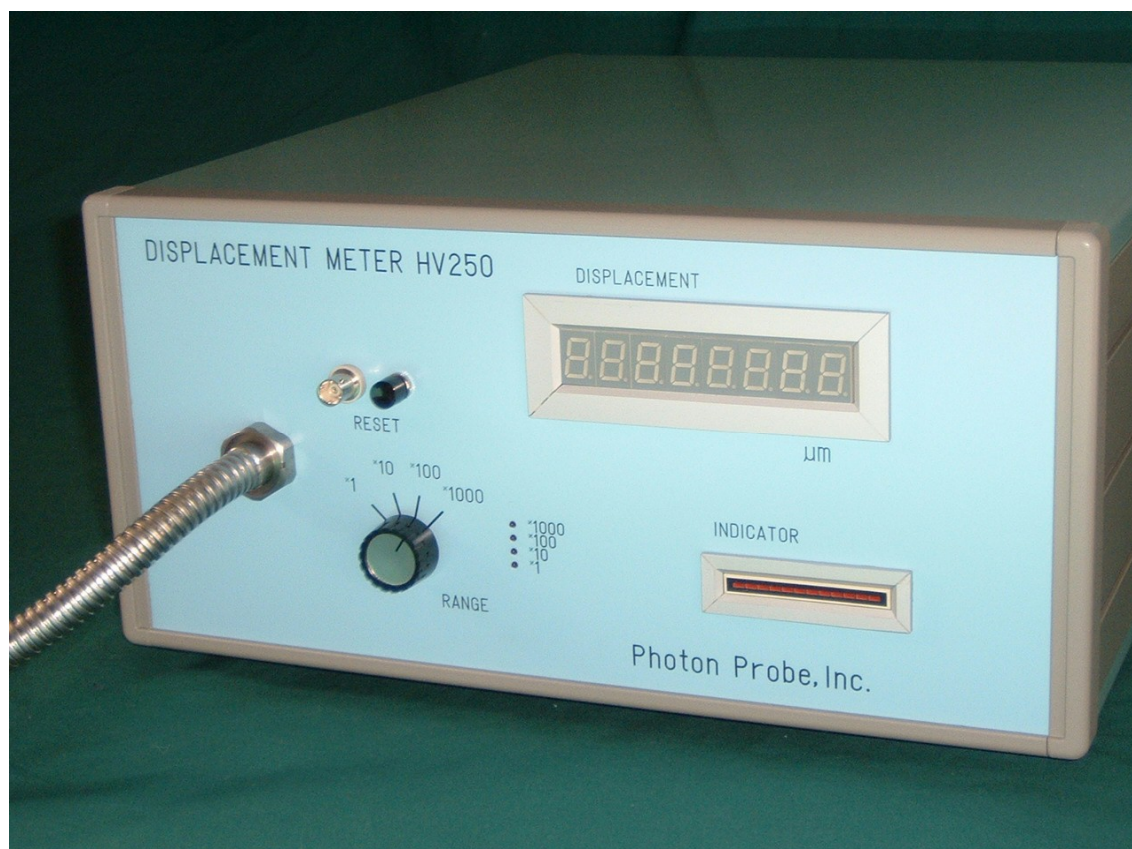
e. 出射光出口はガラス板でふさがれていますので、ごみが内部に入ることはありません。ただし、このガラス板を傷つけたり汚したりしないように注意下さい。

f. オプションとして、CCTVレンズアタッチメントが有ります。これを取り付けた上で、市販のCCTVレンズを取り付けてください。

<< 外観写真 >>

外観の写真を示します。

フロントパネルには、プローブ結合端子(金属管で覆われたファイバーがプローブと結合しています)があります。この端子は取り外しはできません。その他、アナログAMP切り替え端子、変位量を表示するLEDなどがあります。リアパネルより、アナログ出力、デジタル出力されます。金属管の長さは2mです。計測中は、この金属管をしっかり固定することが必要です。中に保護されているファイバーが測定中に移動することは、誤差を生み出し、正確な値を計測できない恐れがあります。





プローブの形状は一例です。打ち合わせにより設計されます。

<< 測定系および測定上の注意 >>

- (1) H V 400に比べ、分解能、応答速度、応答周波数は狭くなっています。被測定物の速度や周波数などが仕様範囲に入っていることを確認してください。
- (2) 一般に、光計測は被測定物からの反射光に含まれた情報を利用します。従って、より多くの反射光量を検出することがノイズを減らし、精度を上げ、安定性を高めます。H V 250もH V 400と同様に反射光をより多く集めることが望ましいのです。被測定物や測定系に対し、この点を念頭において設計されることをおすすめします。
- (3) C C T Vレンズなど集光系には焦点深度があります。変動の大きい場合には焦点深度の深いレンズ系を使用して下さい。
- (4) ビーム径は集光系のレンズ群の構成で変わります。市販の対物レンズはレーザ光を回折限界近くまで絞ることができます。ビーム径を絞りたい場合には、変位計を顕微鏡に搭載されることをお勧めします。

<< 様々な誤差要因 >>

測定値は様々な要因すべてを含んだ値です。問題となる誤差要因を簡単に示します。使用時に注意を払って下さい。

(1) 相対測定ではないことによるベースの振動誤差

被測定物のベース(支持物)とプローブが固定されていない場合、ベースとプローブの相対変位量が計測値に現れます。特にプローブを梁に支持する場合、梁の固有振動が現れたりします。測定時にはベースとして比較的重いものをお使い下さい。また、プローブの固定もできるだけベースに近く設置し、梁状の支持物は避けて下さい。

(2) 被測定物とプローブ間が長い場合の誤差

距離が長い場合、光の往復の空間伝播は空気の屈折率変動(温度、圧力変動(音、風))にも敏感となります。状況にもよりますが、そよ風程度で空気は0.00000001程度の屈折率変動を発生します。極めて小さな値と思えますが、往復1mですと10nm程度の誤差要因となります。レーザ光の真下に手を持っていった場合、体温による空気の屈折率変動も検知されます。

できるだけ、近くで測られることをお勧めします。

(3) 周波数安定化レーザの安定性に基づく誤差要因もあります。変位計で使用しているHeNeレーザの周波数は $f/f = 0.000$

000005程度の揺らぎに押さえています。位相検出方法に基づくヘテロダイン方式においては、この周波数揺らぎは被測定物プローブ間距離が3m程度の場合、10nm程度の誤差となって現れます。HV250では1mの距離までとしていますので、この誤差要因は考慮する必要はありません。

(4) 金属管の固定

金属管内に光ファイバーが有ります。使用している光ファイバーは、応力を加えますと、屈折率変動し、光路長が変動します。この変動が誤差となって発生します。特に、垂れ下がった状態にしておきますと、人との接触や空調などにより揺れる場合があります。この揺れが光ファイバーに応力を加えます。測定時には金属管も固定して下さい。

(5) その他外的要因による誤差

衝撃的な応力が加わることが予想以上に有ります。例えば、室内の人・物の移動、近くの装置の起動・停止、空調のON/OFF、大きな話し声、建物全体に加わる風、高階での床の振動、近くに大電流を使う装置がある場合の装置の稼働、などです。これらはできるだけ除外できるようにしてください。カバーを取り付けることをお勧めします。通常、空調は数分単位でON/OFFが繰り返され、その周期で温度が変動します。また1日のスケールで見ますと温度はゆっくりと変動しています。隠れた誤差要因です。