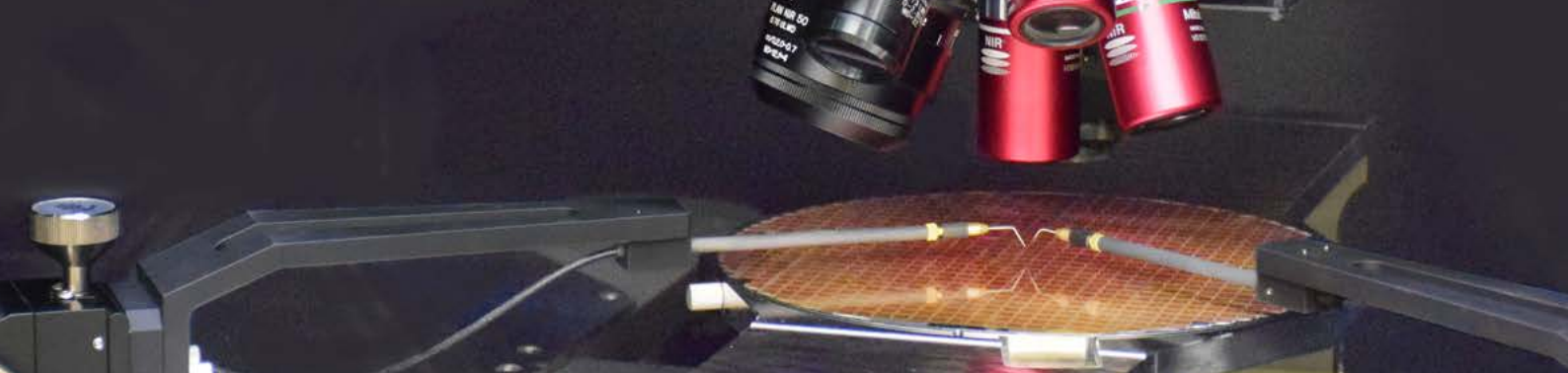


PHEMOS[®]-X

エミッション顕微鏡 C15765-01



HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS



PHEMOS[®]-X

PHEMOS[®]-X (フィーモス エックス) は、半導体デバイスの故障に起因する発光・発熱などをとらえて故障箇所を特定する高解像度エミッション顕微鏡です。

汎用プローバと組み合わせて解析することが可能なため、使い慣れたサンプルセッティングにて各種解析が可能です。

レーザスキャンシステムのオプション搭載により、高解像度なパターン像の取得が可能です。

また、発光解析や発熱解析、IR-OBIRCH解析など、様々な解析手法に対応した複数の検出器を選択することができます。

ソケットボードから200 mm ウェーハプローバまで多彩な用途にバランスよく対応します。

特長

- 超高感度カメラを2台搭載可能

発光解析と発熱解析、または可視光と近赤外光といった異なる検出波長域をカバーすることで、サンプルや不良モードに合わせた解析技術を選択できます。

- OBIRCH、DALIS、EOP、レーザマーカ用の光源を最大7個まで搭載可能

- 様々なサンプルへの対応が可能な光学ステージを搭載

光学ステージの可動範囲

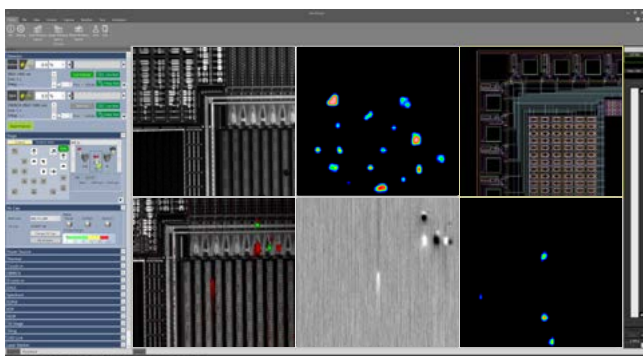
X	±20 mm
Y	±20 mm
Z	+80 mm

※ 使用するプローバおよびサンプルステージとの干渉、NanoLensの追加によりこの値より小さくなる場合があります。

基本表示機能

スーパーインポーズ・コントラストエンハンスメント機能

スーパーインポーズ機能により、高解像度のパターン像に検出した信号像を重ね合わせて表示し、容易に不良箇所を特定することができます。また、コントラストエンハンスメント機能により、低コントラスト像を明確な画像に改善することが可能です。



※ソフトウェアのバージョンやお使いの環境等により、実際の画面とは異なる場合があります。

表示機能

- **アノテーション**
コメント、矢印、その他の表示を画像上の任意の位置に表示します。
- **スケール表示**
画像上にスケール幅を線分で表示します。
- **グリッド表示**
画像上に縦横方向に等間隔のグリッド線を表示します。
- **サムネイル表示**
サムネイル化した画像を蓄積保存することができ、また元の画像に再生することが可能です。
- **マルチ画面表示**
6画面にパターン像、発光像、スーパーインポーズ像および参照画像を一度に表示できます。

カメラ

発光解析用 CCD カメラ 可視

ペルチェ冷却で低ノイズ化を実現したエミッション顕微鏡用 CCD カメラです。可視光領域に検出感度のピークがあり、表面からの解析だけでなく、SiC などの化合物半導体の裏面解析にも適しています。

● 冷却 CCD カメラ

発光の蓄積と低速読み出しによって更にノイズを低減し、検出能力を向上した CCD カメラです。

■ 用途

- 化合物半導体デバイスの裏面解析
- 高電圧駆動デバイスの耐圧不良

● Si-CCD (Si Intensified CCD) カメラ

信号増幅機能を搭載した CCD カメラで、高速読み出しかつ低ノイズを実現させています。リアルタイムでも高感度に発光を検出でき、発光箇所特定までの計測時間を大幅に短縮します。

発光解析用 InGaAs カメラ 近赤外

半導体デバイスの微細化に伴う低電圧化は、発光強度の低下を招くと共に長波長化を引き起こすため、発光箇所の検出には 900 nm 以上の近赤外光に高い感度を持つカメラが必要不可欠です。発光解析用 InGaAs カメラは、近赤外帯の波長域で高感度 (高量子効率) を実現し、低電圧駆動 IC 測定や裏面からの微弱発光解析に威力を発揮します。また、レーザスキャンシステムと組み合わせることで、高解像度で高感度な解析を可能にします。

カメラの冷却方式については、ペルチェ冷却または LN2 冷却が選択可能です。

■ 用途

- Si 半導体デバイスの裏面解析
- 低電圧駆動デバイスのジャンクション異常

発熱解析用 ThermoDynamic カメラ 中赤外

半導体デバイスの微細化や低電圧駆動化に伴い、故障箇所からの発熱に由来する赤外線はますます弱くなり、検出が困難になってきています。

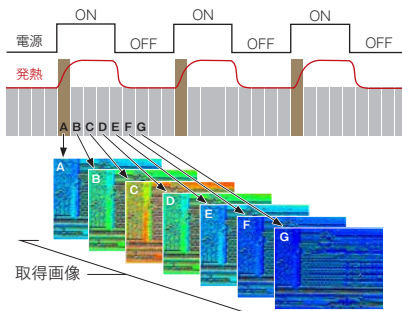
発熱解析用 ThermoDynamic カメラは、中赤外帯の波長域で高い感度を有し、このような微弱な信号も高感度にとらえることができます。

■ 用途

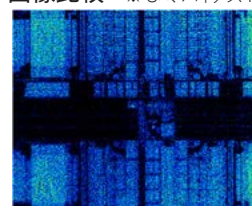
- メタル配線のショート
- コンタクトの抵抗異常
- 絶縁部のリーク

サーマルロックイン解析

ロックイン計測法を発熱画像計測に応用し、計測ノイズを低減して検出精度を飛躍的に高めたサーマルロックイン解析機能を搭載しています。低電圧駆動での計測でも、ノイズを低減した高品質な画像を得ることが可能です。



画像比較 ※ 8×、バイアス 1.7 V、14.5 mA



ロックイン無し



ロックイン計測

S/N 10倍

変調周波数帯域だけの画像を抽出することで、ノイズのような異周期データを検出せず高 S/N で計測が可能です。

レーザ

レーザスキャンシステム

半導体デバイスを近赤外レーザ (1.3 μm、1.1 μm) や可視レーザ (Green OBIRCH[®] レーザ) で走査することにより、高コントラストでクリアなパターン像を取得することができるシステムです。4 方向から最速 1 秒でのスキャンが可能のため、デバイスを回転することなくスキャン方向を変更でき、作業効率が向上しました。IR-OBIRCH 解析では、注目する配線方向に合わせて最適なスキャン方向を選択することで、より明瞭な画像を取得することができます。このシステムは、レーザ照射ダイナミック解析や EO プロービング解析にも用いることができます。

また、OBIRCH 反応に合わせてスキャンスピードの変更が可能です。

■ 標準機能

● デュアルスキャン機能

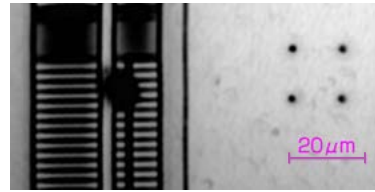
パターン像と IR-OBIRCH 像を同時かつリアルタイムで観察することが可能です。

● フレキシブルスキャン機能

IR-OBIRCH 解析にて有効な機能で下記のスキャンが可能です。
ノーマルスキャン (2048×2048、1024×1024、512×512、256×256) / エリア / スリット (縦 / 横) / エリアフレキシブル / マスク / ポイント / スキャン方向回転 (0°/45°/90°/180°/225°/270°)

レーザーマーカ

特定した不良箇所近辺、もしくは四方に目印（マーキング）をつけ、他の解析装置への不良箇所位置情報の伝達を容易にします。マーキング用レーザーにはパルスレーザーを用い、100倍レンズ使用時に、φ5 μmの大きさでマーキングが可能です。



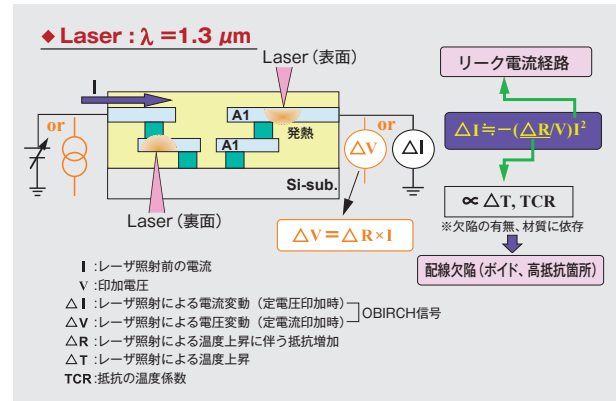
IR-OBIRCH 解析

IR-OBIRCH (InfraRed Optical Beam Induced Resistance CHange) 法は、赤外レーザーを照射したときの電気変動を検出することにより、LSIデバイスにおけるリーク電流経路や、コンタクト部の抵抗異常箇所を特定する解析法です。

特長

- 高解像度、高コントラストな反射パターン画像
- 裏面観察が可能（波長=1.3 μmレーザー使用）
- 赤外レーザーを用いているためシリコン材質での半導体領域におけるOBIC信号が発生せず、故障箇所特定が容易
- 正負電圧 / 正負電流（4象限）にて解析が可能

原理

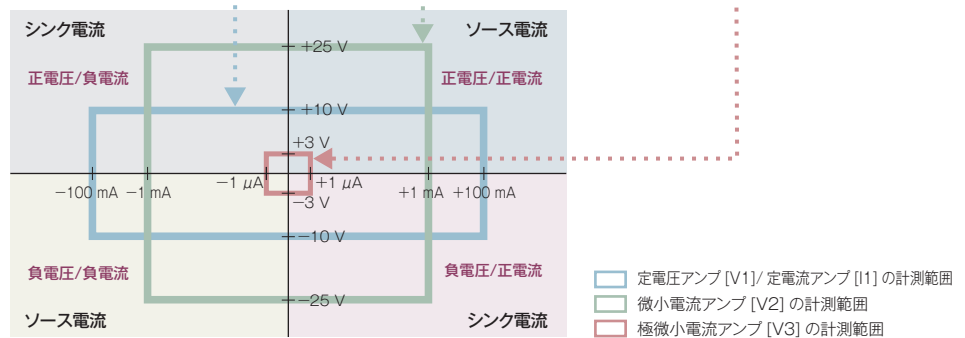


内部に複数の電圧を持つデバイスなどでは、OBIRCHアンプで負電圧を印加するケースや正電圧を加えた場合に負電流が流れるケースがあります。IR-OBIRCH機能セットは、正負電圧 / 正負電流にて解析が可能です。

ソフトウェアにより、定電圧アンプ[V1] / 定電流アンプ[I1] / 微小電流アンプ[V2] / 極微小電流アンプ[V3]の4種類を切り替え、制御することができます。

	定電圧アンプ[V1]	定電流アンプ[I1]	微小電流アンプ[V2]	極微小電流アンプ[V3]
出力電圧	-10 V ~ +10 V		-25 V ~ +25 V	-3 V ~ +3 V
出力電流	-100 mA ~ +100 mA		-1 mA ~ +1 mA *1	-1 μA ~ +1 μA
検出可能最小電流 / 電圧	1 nA *2	1 μV *3	3 pA *2	1 pA *2

※1 使用するオプションにより、仕様が異なる場合があります。
 ※2 パルス信号をアンプに入力して検出できる最小信号
 ※3 擬似信号を用いて計算した値

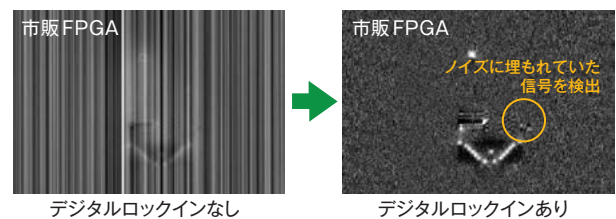


デジタルロックイン

デジタルロックインは、1ピクセル（画素）のデータを複数に分割し、ソフトウェアによるロックイン処理方式により検出感度を向上させるOBIRCH解析の機能です。

電流変動検出ヘッドを使用した解析

電流変動検出ヘッドを装置構成に加えることで、IR-OBIRCHアンプの許容電圧・電流値の高電圧 (Max. 3 kV) ・大電流印加 (Max. 6.3 A) を必要とするIR-OBIRCH解析が可能になります。



Green OBIRCH[®] 解析

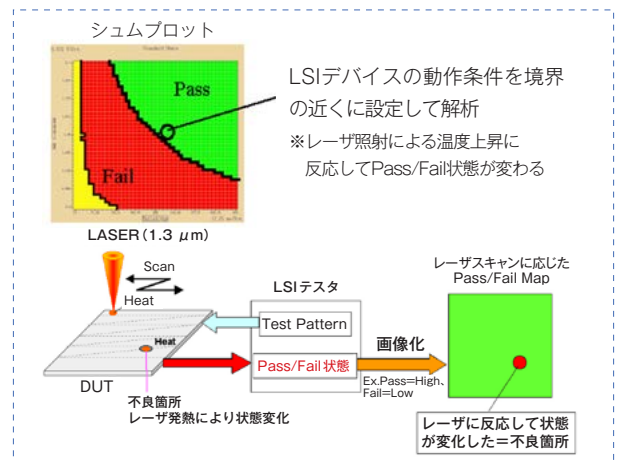
IR-OBIRCH解析では、シリコンのバンドギャップよりもエネルギーが低く、OBICを発生させずにレーザー加熱によるOBIRCH反応が検出できる近赤外光が使われています。現在適用が進んでいるパワーデバイスの材料SiCなどはバンドギャップが広い半導体ですので、可視光でもOBIRCH反応のみの検出が可能です。この手法をGreen OBIRCH[®]解析と呼び、下記のような特長があります。

- 波長が短いため、パターン像・反応像の空間分解能が高い。
- スポット径が小さいため、レーザーのエネルギー密度が高く、より効率的にレーザー加熱できる。

これに電流変動検出ヘッドを組み合わせることで、リーク電流異常などの不良に対する高分解能・高感度な解析が可能となります。

レーザ照射ダイナミック解析 (DALs)

最近のLSIの高集積化、高性能化により、LSIテストを接続したファンクション不良の解析が必要になってきています。レーザ照射ダイナミック解析 (DALs: Dynamic Analysis by Laser Stimulation) は、レーザ照射によりデバイスの動作状態を解析する手法です。LSIテストからデバイスに対し、テストパターンを入力して動作させた状態で波長 1.3 μmのレーザを照射すると、ボイド等の配線欠陥箇所や特性不良のあるトランジスタにおいてレーザ発熱により動作状態が変わり、デバイスのPass/Fail (状態) が変化します。この変化を信号として取り込み、画像化することで、動作状態に関する時間遅延不良やマージン不良箇所を特定します。



動作条件設定とPass/Failの画像化

EOプロービング解析

半導体デバイスの裏面に非コヒーレント光 (1.3 μm および/または 1064 nm) を照射し、その反射光を計測することにより、半導体デバイスが正常に動作しているかどうかを、トランジスタの動作周波数および時間変化から解析します。動作電圧の計測を高速で行うEOP (Electro-Optical Probing) 機能と、指定した周波数で動作している部位を画像化するEOFM (Electro-Optical Frequency Mapping) 機能を有しています。NanoLensとの組み合わせにより、高分解能・高感度な計測が可能です。

EOP 機能

指定したトランジスタの動作タイミングを高速に取得する機能です。発光・OBIRCH等の解析結果に加え、EOP機能により故障箇所特定精度を上げることで、物理解析までの時間短縮が可能です。

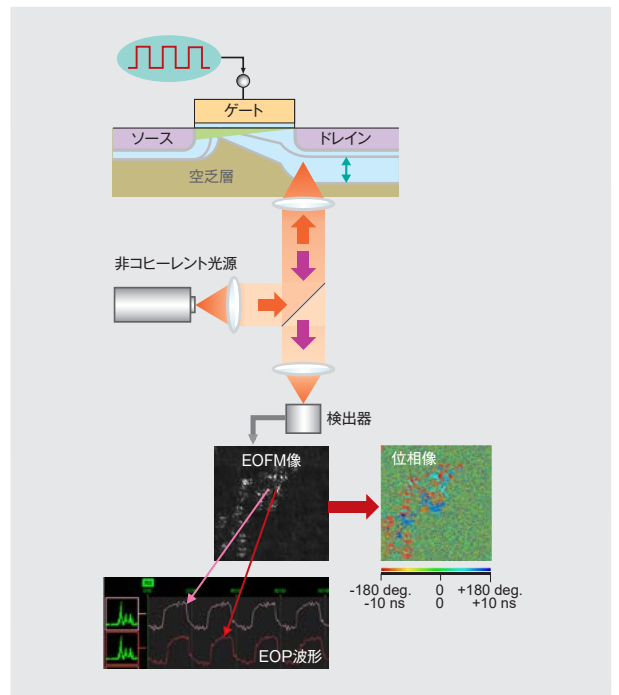
周波数帯域	1 kHz ~ 7 GHz
-------	---------------

EOFM 機能

指定した周波数で動作している部位と動作タイミングを画像化する機能です。電気光学効果により変化する反射光を、スペクトラムアナライザを用いて周波数解析し、特定の周波数で動作している部位の信号強度を画像化します。(特許取得)

周波数帯域	1 kHz ~ 1.5 GHz
-------	-----------------

原理



レンズ

レンズセレクション

対物レンズは、電動ターレットに5種類のレンズを搭載可能です。
マクロレンズは、3種類のレンズをラインアップしています。

対物レンズ

品名	型名	N.A.	WD (mm)	解析対応
対物レンズ OBIRCH用 1×	A7649-01	0.03	20	レーザ
対物レンズ 2× 赤外コート	A8009	0.055	34	発光・レーザ
対物レンズ NIR 5×	A11315-01	0.14	37.5	発光・レーザ
対物レンズ NIR 20×	A11315-03	0.4	20	発光・レーザ
対物レンズ PEIR Plan Apo 20× 2000	A11315-21	0.6	10	発光・レーザ
対物レンズ PEIR Plan Apo 50× 2000	A11315-22	0.7	10	発光・レーザ
高NA対物レンズ OBIRCH用 50×	A8018	0.76	12	レーザ
対物レンズ NIR 100×	A11315-05	0.5	12	発光・レーザ
対物レンズ MWIR 0.8×	A10159-02	0.13	22	発熱
対物レンズ MWIR 4×	A10159-03	0.52	25	発熱
対物レンズ MWIR 8×	A10159-06	0.75	15	発熱

マクロレンズ

品名	型名	N.A.	WD (mm)	解析対応
マクロレンズ 1.35× PHEMOS®-X用	A7909-16	0.4	25	発光・レーザ
マクロレンズ 0.24× InSbカメラ用	A10159-08	0.08	27	発熱
マクロレンズ 1× InSbカメラ用	A10159-10	0.33	52	発熱

マクロレンズ

1.35倍マクロレンズはN.A. 0.4という高い開口率を実現しており、微弱な発光やOBIRCH信号を高感度にとらえます。マクロ観察から対物レンズを使用したマイクロ観察へは、ソフトウェアによるスムーズな切り替えが可能です。



NanoLens

LSIの基板であるシリコンは、屈折率が大きく空気中に出てくる光は中央付近の一部のみとなり、通常の対物レンズでは光を最大限に利用しているとは言えません。NanoLensは、ほぼ半球状のレンズをLSI基板に密着させることにより、今までシリコン基板境界にて反射していた発光を対物レンズに導き、開口率(N.A.)を上げ、解像度と集光効率を大幅に向上します。

NanoLens-WR(N.A. 3.1)を設置することで、サブミクロンの空間分解能での解析を行うことが可能になり、故障箇所の特定精度が飛躍的に向上します。

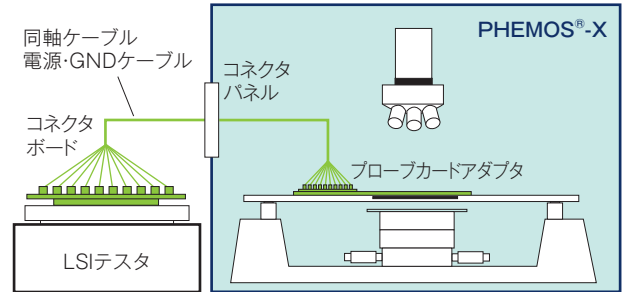
また、Thermal NanoLens(N.A. 2.6)は発熱解析に使用することができます。



外部接続

LSIテストとの接続

半導体デバイスの複雑化に伴って、測定するサンプルの初期化や特定状態の設定において、LSIテストとの接続の要求が高まっています。専用のプローブカードアダプタをエミッション顕微鏡システムに搭載して、LSIテストとケーブル接続することにより、発光解析およびIR-OBIRCH解析を行います。



CADナビゲーションとの接続

大規模で複雑なLSIの故障解析を行う場合、市販のCADナビゲーションソフトウェアとネットワーク(TCP/IP)を介して接続することが可能です。不良の検出箇所や画像をレイアウト図上に重ね合わせて部位を特定し、原因究明を支援します。

仕様

外形寸法/質量

本体	1656 mm(W) × 2000 mm(H) × 1247 mm(D) 約 1640 kg	
制御デスク ^{※1}	<ul style="list-style-type: none"> ● C16216-01 オペレーションデスク 1000 mm(W) × 700 mm(H) × 800 mm(D) 約 39.2 kg 	<ul style="list-style-type: none"> ● C16216-02 オペレーションデスク 1480 mm(W) × 700 mm(H) × 800 mm(D) 約 48.6 kg

※1 オプション

電源/エア仕様

電源	単相 AC200 V ~ AC240 V
消費電力	約 3300 VA
真空源	80 kPa以上
圧縮空気 ^{※1}	0.6 MPa ~ 0.7 MPa

※1 レギュレータは本体付属

レーザー製品の安全対策について

PHEMOS[®]-Xは、クラス1 レーザ製品です。弊社はJIS (C6802) に従い、製造業者が行うべき安全予防対策として、レーザーのクラス分けを行い、そのクラスに対応する安全対策およびラベル表示を実施しています。ご使用の際には、使用者としての安全予防対策もJISに従い実施してください。

クラス 1 レーザ製品

▲ 表示ラベル (サンプル)



▲ 警告ラベル

- PHEMOS, Green, OBIRCH は、浜松ホトニクス(株)の登録商標です。
- その他の記載商品名、ソフトウェア名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。
- カタログに記載の分光感度特性グラフは代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログに記載の測定例は代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログの記載内容は 2024 年 2 月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

浜松ホトニクス株式会社

www.hamamatsu.com

□ システム営業推進部 〒431-3196 浜松市中央区常光町 812
TEL (053) 431-0150 FAX (053) 433-8031
E-Mail sales@sys.hpk.co.jp

□ 仙台営業所 TEL (022) 267-0121 FAX (022) 267-0135
□ 東京営業所 TEL (03) 6757-4994 FAX (03) 6757-4997
□ 中部営業所 TEL (053) 459-1112 FAX (053) 459-1114
□ 大阪営業所 TEL (06) 6271-0441 FAX (06) 6271-0450
□ 西日本営業所 TEL (092) 482-0390 FAX (092) 482-0550

Cat. No. SSMS0062J05
FEB/2024 HPK