

DEVICE SPECIFICATIONS

NI PXIe-4138

Single-Channel System SMU

This document lists the specifications for the NI PXIe-4138 (NI 4138). The NI 4138 is a system source-measure unit (SMU).

Contents

NI PXIe-4138 Specifications.....	1
Cleaning Statement.....	3
Device Capabilities.....	3
Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution.....	4
Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution.....	4
Noise, Typical.....	5
Sinking Power vs. Ambient Temperature Derating.....	5
Transient Response and Settling Time, Typical.....	6
Load Regulation, Typical.....	7
Measurement and Update Timing Characteristics.....	7
Remote Sense.....	8
Examples of Calculating Accuracy.....	8
NI-DCPower Sequence Source Model.....	11
Trigger Characteristics.....	12
Protection Characteristics.....	12
Isolation Characteristics.....	12
Guard Output Characteristics.....	13
Accessories.....	13
Calibration Interval.....	13
Power Requirement Characteristics.....	13
Physical Characteristics.....	14
Environment.....	14
Shock and Vibration.....	14
Compliance and Certifications.....	15
NI 4138 Front Panel.....	17

NI PXIe-4138 Specifications

Specifications are subject to change without notice. For the most recent NI 4138 specifications, visit ni.com/manuals.



Hazardous Voltage This icon denotes a warning advising you to take precautions to avoid electrical shock.

NI defines the capabilities and performance of its Test & Measurement instruments as *Specifications*, *Typical Specifications*, and *Characteristic or Supplemental Specifications*. Data provided in this document are *Specifications* unless otherwise noted.

Specifications characterize the warranted performance of the instrument within the recommended calibration interval and under the stated operating conditions.

Typical Specifications are specifications met by the majority of the instruments within the recommended calibration interval and under the stated operating conditions. Typical specifications are not warranted.

Characteristic or Supplemental Specifications describe basic functions and attributes of the instrument established by design or during development and not evaluated during Verification or Adjustment. They provide information that is relevant for the adequate use of the instrument that is not included in the previous definitions.



Caution The protection provided by the NI 4138 can be impaired if it is used in a manner not described in this document.

Unless otherwise noted, specifications are valid under the following conditions:

- Ensure an ambient temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.¹
- Ensure a calibration interval of 1 year.
- Allow 30 minutes warm-up time.
- Perform self-calibration within the last 24 hours.
- Set the **niDCPower Aperture Time** property or `NIDCPOWER_ATTR_APERTURE_TIME` attribute to 2 power-line cycles (PLCs).
- If the PXI Express chassis has multiple fan speed settings, set the fans to the highest setting.

To access NI 4138 documentation, navigate to **Start»All Programs»National Instruments»NI-DCPower»Documentation**



Note If your device is hardware revision F or earlier, a snap-on ferrite bead is required to remain in EMC compliance. Refer to the *NI PXIe-4138 Getting Started Guide* included in your original shipping kit for information about this bead.

To determine which revision of a device you have, open Measurement & Automation Explorer (MAX) and select the device in question. The hardware revision is displayed in the settings pane on the right-hand side.

¹ For the definition of *ambient temperature*, refer to the *Maintain Forced-Air Cooling Note to Users* available at ni.com/manuals.

Cleaning Statement



Caution Clean the hardware with a soft, nonmetallic brush. Make sure that the hardware is completely dry and free from contaminants before returning it to service.

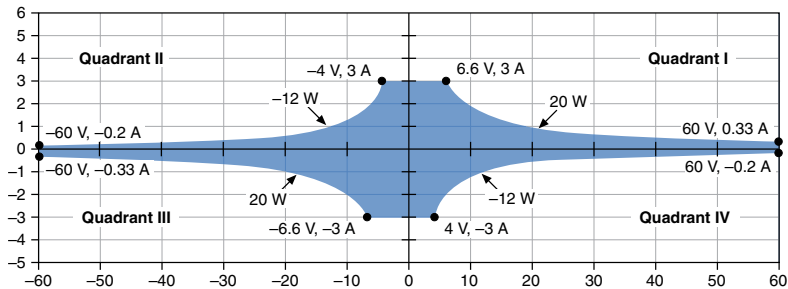
Device Capabilities

The following table and figure illustrate the voltage and the current source and sink ranges of the NI 4138.

Table 1. Current Source and Sink Ranges

DC voltage ranges	DC current source and sink ranges
600 mV	1 μ A
6 V	10 μ A
60 V	100 μ A
	1 mA
	10 mA
	100 mA
	1 A
	3 A

Figure 1. Quadrant Diagram²



DC sourcing power is limited to 20 W, regardless of output voltage.³

² For information about configuring the NI 4138 for pulsing, refer to the [NI DC Power Supplies and SMUs Help](#).

³ Power limit defined by voltage measured between HI and LO terminals.



Caution Limit DC Power sinking to 12 W. Additional derating applies to sinking power when operating at an ambient temperature of $>45^{\circ}\text{C}$. If the PXI Express chassis has multiple fan speed settings, set the fans to the highest setting.

Related Information

[Sinking Power vs. Ambient Temperature Derating](#) on page 5

Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution

Table 2. Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution

Range	Resolution (noise limited)	Noise (0.1 Hz to 10 Hz, peak to peak), Typical	Accuracy ($23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm (\% \text{ of voltage} + \text{offset})$, $T_{\text{cal}} \pm 5^{\circ}\text{C}^4$)	Tempco $\pm (\% \text{ of voltage} + \text{offset})/^{\circ}\text{C}$, 0°C to 55°C
600 mV	1 μV	4 μV	0.02% + 100 μV	0.0005% + 1 μV
6 V	10 μV	12 μV	0.02% + 600 μV	
60 V	100 μV	120 μV	0.02% + 6 mV	

Related Information

[Remote Sense](#) on page 8

Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution

Table 3. Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution

Range	Resolution (noise limited)	Noise (0.1 Hz to 10 Hz, peak to peak), Typical	Accuracy ($23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C} \pm (\% \text{ of current} + \text{offset})$, $T_{\text{cal}} \pm 5^{\circ}\text{C}^5$)	Tempco $\pm (\% \text{ of current} + \text{offset})/^{\circ}\text{C}$, 0°C to 55°C
1 μA	1 pA	8 pA	0.03% + 200 pA	0.0006% + 4 pA
10 μA	10 pA	60 pA	0.03% + 1.4 nA	0.0006% + 22 pA
100 μA	100 pA	400 pA	0.03% + 12 nA	0.0006% + 200 pA

⁴ T_{cal} is the internal device temperature recorded by the NI 4138 at the completion of the last self-calibration.

⁵ T_{cal} is the internal device temperature recorded by the NI 4138 at the completion of the last self-calibration.

Table 3. Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution (Continued)

Range	Resolution (noise limited)	Noise (0.1 Hz to 10 Hz, peak to peak), Typical	Accuracy (23 °C ± 5 °C) ± (% of current + offset), T _{cal} ±5 °C ⁵	Tempco ± (% of current + offset)/°C, 0 °C to 55 °C
1 mA	1 nA	4 nA	0.03% + 120 nA	0.0006% + 2 nA
10 mA	10 nA	40 nA	0.03% + 1.2 µA	0.0006% + 20 nA
100 mA	100 nA	400 nA	0.03% + 12 µA	0.0006% + 200 nA
1 A	1 µA	4 µA	0.03% + 120 µA	0.0006% + 2 µA
3 A	10 µA	40 µA	0.083% + 1.8 mA	0.002% + 20 µA

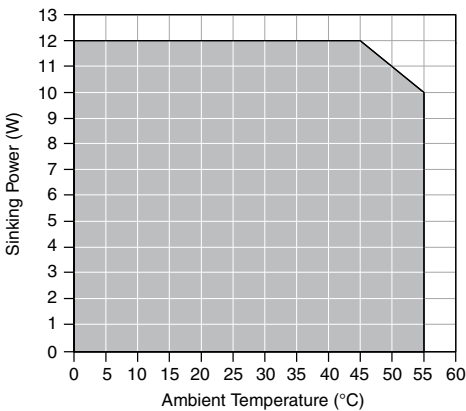
Noise, Typical

Wideband source noise	<20 mV peak-to-peak in 60 V range, device configured for normal transient response, 10 Hz to 20 MHz
-----------------------	---

Sinking Power vs. Ambient Temperature Derating

The following figure illustrates sinking power derating as a function of ambient temperature for the NI 4138.

Figure 2. Sinking Power vs. Ambient Temperature Derating

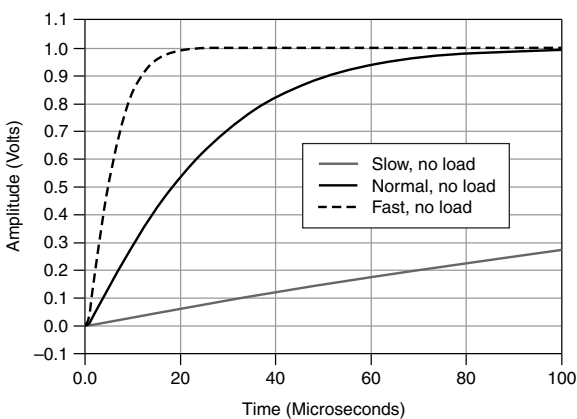


Transient Response and Settling Time, Typical

Transient response	<70 μ s to recover within 0.1% of voltage range after a load current change from 10% to 90% of range, device configured for fast transient response
Settling time ⁶	
Voltage mode, 50 V step, unloaded ⁷	<200 μ s
Voltage mode, 5 V step or smaller, unloaded ⁸	<70 μ s
Current mode, full-scale step, 3 A to 100 μ A ranges ⁹	<50 μ s
Current mode, full-scale step, 10 μ A range ⁹	<150 μ s
Current mode, full-scale step, 1 μ A range ⁹	<300 μ s

The following figures illustrate the effect of the transient response setting on the step response of the NI 4138 for different loads.

Figure 3. 1 mA Range No Load Step Response, Typical



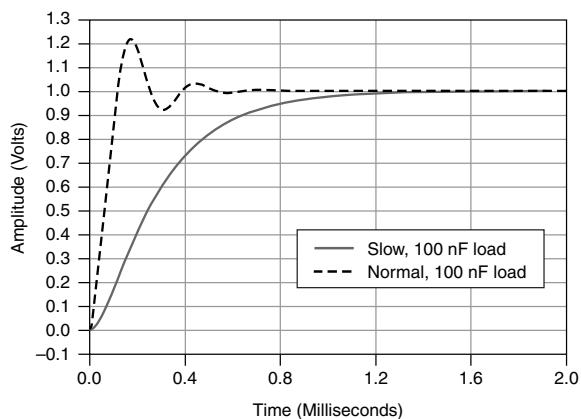
⁶ Measured as the time to settle to within 0.1% of step amplitude, device configured for fast transient response.

⁷ Current limit set to $\geq 50 \mu$ A and $\geq 50\%$ of the selected current limit range.

⁸ Current limit set to $\geq 20 \mu$ A and $\geq 20\%$ of selected current limit range.

⁹ Voltage limit set to ≥ 2 V, resistive load set to 1 V/selected current range.

Figure 4. 1 mA Range, 100 nF Load Step Response, Typical



Load Regulation, Typical

Voltage

Device configured for local sense	100 μ V per mA of output load change (measured between output channel terminals)
Device configured for remote sense	Load regulation effect included in voltage accuracy specifications

Current, device configured for local or remote sense	Load regulation effect included in current accuracy specifications
--	--

Related Information

[Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution](#) on page 4

[Current Programming and Measurement Accuracy/Resolution](#) on page 4

Measurement and Update Timing Characteristics

Available sample rates ¹⁰	(1.8 MS/s)/ N where $N = 1, 2, 3, \dots 2^{24}$
Sample rate accuracy	Equal to PXIe_CLK100 accuracy
Maximum measure rate to host	1.8 MS/s per channel, continuous
Maximum source update rate ¹¹	100,000 updates/s

¹⁰ When sourcing while measuring, both the **niDCPower Source Delay** and **niDCPower Aperture Time** properties affect the sampling rate. When taking a measure record, only the **niDCPower Aperture Time** property affects the sampling rate.

¹¹ As the source delay is adjusted, maximum source rates vary.

Input trigger to

Source event delay	10 μ s
Source event jitter	1 μ s
Measure event jitter	1 μ s

Pulse timing and accuracy

Minimum pulse on time ¹²	50 μ s
Minimum pulse off time ¹³	50 μ s
Pulse on time or off time programming resolution	100 ns
Pulse on time or off time programming accuracy	± 5 μ s
Pulse on time or off time jitter	1 μ s

Remote Sense

Voltage accuracy	Add (3 ppm of voltage range + 11 μ V) per volt of HI lead drop plus 1 μ V per volt of lead drop per Ω of corresponding sense lead resistance to voltage accuracy specifications.
Maximum sense lead resistance	100 Ω , characteristic
Maximum lead drop per lead	3 V, characteristic



Note Exceeding the maximum lead drop per lead value may result in additional error.

Related Information

[Voltage Programming and Measurement Accuracy/Resolution](#) on page 4

Examples of Calculating Accuracy¹⁴

Example 1: Calculating 5 °C Accuracy

Calculate the accuracy of 900 nA output in the 1 μ A range under the following conditions:

¹² *Pulse on time* is measured from the start of the leading edge to the start of the trailing edge.

¹³ *Pulse off time* is measured from the start of the trailing edge to the start of a subsequent leading edge.

¹⁴ Specifications listed in examples are for demonstration purposes only and do not necessarily reflect specifications for this device.

ambient temperature	28 °C
internal device temperature	within $T_{cal} \pm 5\text{ °C}$ ¹⁵
self-calibration	within the last 24 hours.

Solution

Since the device internal temperature is within $T_{cal} \pm 5\text{ °C}$ and the ambient temperature is within $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, the appropriate accuracy specification is:

$$0.03\% + 200\text{ pA}$$

Calculate the accuracy using the following formula:

$$\begin{aligned}
 \text{Accuracy} &= 900\text{ nA} * 0.03\% + 200\text{ pA} \\
 &= 270\text{ pA} + 200\text{ pA} \\
 &= 470\text{ pA}
 \end{aligned}$$

Therefore, the actual output will be within 470 pA of 900 nA.

Example 2: Calculating Remote Sense Accuracy

Calculate the remote sense accuracy of 500 mV output in the 600 mV range. Assume the same conditions as in Example 1, with the following differences:

HI path lead drop	3 V
HI sense lead resistance	2 Ω
LO path lead drop	2.5 V
LO sense lead resistance	1.5 Ω

Solution

¹⁵ T_{cal} is the internal device temperature recorded by the NI 4138 at the completion of the last self-calibration.

Since the device internal temperature is within $T_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$ and the ambient temperature is within $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, the appropriate accuracy specification is:

$$0.02\% + 100\ \mu\text{V}$$

Since the device is using remote sense, use the remote sense accuracy specification:

Add (3 ppm of voltage range + 11 μV) per volt of HI lead drop plus 1 μV per volt of lead drop per Ω of corresponding sense lead resistance to voltage accuracy specifications.

Calculate the remote sense accuracy using the following formula:

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= \left(500\ \text{mV} * 0.02\% + 100\ \mu\text{V} \right) \\ &+ \frac{600\ \text{mV} * 3\text{ppm} + 11\ \mu\text{V}}{1\text{V of lead drop}} * 3\text{V} + \frac{1\ \mu\text{V}}{\text{V} * \Omega} * 3\text{V} * 2\ \Omega + \frac{1\ \mu\text{V}}{\text{V} * \Omega} * 2.5\text{V} \\ &* 1.5\ \Omega \\ &= 100\ \mu\text{V} + 100\ \mu\text{V} + 12.8\ \mu\text{V} * 3 + 6\ \mu\text{V} + 3.8\ \mu\text{V} \\ &= 248.2\ \mu\text{V} \end{aligned}$$

Therefore, the actual output will be within 248.2 μV of 500 mV.

Example 3: Calculating Accuracy with Temperature Coefficient

Calculate the accuracy of 900 nA output in the 1 μA range. Assume the same conditions as in Example 1, with the following differences:

ambient temperature	15 $^{\circ}\text{C}$
---------------------	-----------------------

Solution

Since the device internal temperature is within $T_{cal} \pm 5^{\circ}\text{C}$, the appropriate accuracy specification is:

$$0.03\% + 200\ \text{pA}$$

Since the ambient temperature falls outside of $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, use the following temperature coefficient per degree Celsius outside the $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ range:

0.0006% + 4 pA

Calculate the accuracy using the following formula:

$$\text{TemperatureVariation} = (23^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}) - 15^{\circ}\text{C} = 3^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Accuracy} &= (900 \text{ nA} * 0.03 \% + 200 \text{ pA}) \\ &+ \frac{900 \text{ nA} * 0.0006 \% + 4 \text{ pA}}{1^{\circ}\text{C}} * 3^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$$= 470 \text{ pA} + 28.2 \text{ pA}$$

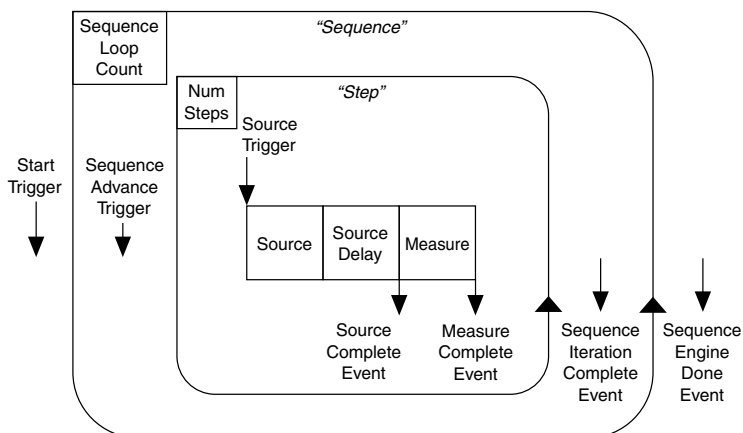
$$= 498.2 \text{ pA}$$

Therefore, the actual output will be within 498.2 pA of 900 nA.

NI-DCPower Sequence Source Model

The following figure illustrates the programming flow in NI-DCPower using Sequence source mode with automatic measurements.

Figure 5. NI-DCPower Programming Flow



Related Information

[NI DC Power Supplies and SMUs Help](#)

Trigger Characteristics

Input triggers	
Types	Start, Source, Sequence Advance, Measure, Pulse
Sources (PXI trigger lines 0 to 7) ¹⁶	
Polarity	Configurable
Minimum pulse width	100 ns
Destinations ¹⁷ (PXI trigger lines 0 to 7) ¹⁶	
Polarity	Active high (not configurable)
Pulse width	>200 ns
Output triggers (events)	
Types	Source Complete, Sequence Iteration Complete, Sequence Engine Done, Measure Complete, Pulse Complete, Ready for Pulse
Destinations (PXI trigger lines 0 to 7) ¹⁶	
Polarity	Configurable
Pulse width	Configurable between 250 ns and 1.6 μ s

Protection Characteristics

Output channel protection	
Overcurrent or overvoltage	Automatic shutdown, output disconnect relay opens
Overtemperature	Automatic shutdown, output disconnect relay opens

Isolation Characteristics



Caution Do not connect to MAINs. Do not connect to signals or use for the measurements within CAT II, III, or IV.

Isolation voltage, Channel-to-earth ground	150 VDC, CAT I, verified by dielectric withstand test, 5 s, continuous
--	--

¹⁶ Pulse widths and logic levels are compliant with *PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1*.

¹⁷ Input triggers can be re-exported.



Note Measurement Categories CAT I and CAT O (Other) are equivalent. These test and measurement circuits are not intended for direct connection to the MAINS building installations of Measurement Categories CAT II, CAT III, or CAT IV.



Hazardous Voltage Take precautions to avoid electrical shock when operating this product at hazardous voltages.



Note Isolation voltage ratings apply to the voltage measured between any channel pin and the chassis ground connector of the front panel. When operating channels in series or floating on top of external voltage references, ensure that no terminal exceeds this rating.

Guard Output Characteristics

Cable guard	
Output impedance	2 k Ω
Offset voltage	1 mV

Accessories

Table 4. NI 4138 Accessories

Accessory	Manufacturer	Part Number
Additional Connector and Backshell Kit	NI	783477-01
NI System SMU Triaxial Adapter	NI	784000-01

Related Information
[Visit ni.com](https://ni.com) for more information about accessories.

Calibration Interval

Recommended calibration interval	1 year
----------------------------------	--------

Power Requirement Characteristics

PXI Express power requirement	2.5 A from the 3.3 V rail and 2.2 A from the 12 V rail
-------------------------------	--

Physical Characteristics

Dimensions	3U, one-slot, PXI Express/CompactPCI Express module; 2.0 cm × 13.0 cm × 21.6 cm (0.8 in. × 5.1 in. × 8.5 in.)
Weight	419 g (14.8 oz)
Front panel connectors	5.08 mm (8 position)

Related Information

[NI DC Power Supplies and SMUs Help](#)

Environment

Maximum altitude	2,000 m (800 mbar) (at 25 °C ambient temperature)
Pollution Degree	2

Indoor use only.

Operating Environment

Ambient temperature range	0 °C to 55 °C (Tested in accordance with IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2. Meets MIL-PRF-28800F Class 3 low temperature limit and MIL-PRF-28800F Class 2 high temperature limit.)
Relative humidity range	10% to 90%, noncondensing (Tested in accordance with IEC 60068-2-56.)

Storage Environment

Ambient temperature range	-40 °C to 70 °C (Tested in accordance with IEC 60068-2-1 and IEC 60068-2-2. Meets MIL-PRF-28800F Class 3 limits.)
Relative humidity range	5% to 95%, noncondensing (Tested in accordance with IEC 60068-2-56.)

Shock and Vibration

Operating shock	30 g peak, half-sine, 11 ms pulse (Tested in accordance with IEC 60068-2-27. Meets MIL-PRF-28800F Class 2 limits.)
-----------------	--

Random vibration

Operating	5 Hz to 500 Hz, 0.3 g _{rms}
Nonoperating	5 Hz to 500 Hz, 2.4 g _{rms} (Tested in accordance with IEC 60068-2-64. Nonoperating test profile exceeds the requirements of MIL-PRF-28800F, Class 3.)

Compliance and Certifications

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following electrical equipment safety standards for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1, CSA 61010-1



Note For UL and other safety certifications, refer to the product label or the [Online Product Certification](#) section.

Electromagnetic Compatibility

This product meets the requirements of the following EMC standards for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- EN 61326-1 (IEC 61326-1): Class A emissions; Basic immunity
- EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions
- EN 55022 (CISPR 22): Class A emissions
- EN 55024 (CISPR 24): Immunity
- AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions
- AS/NZS CISPR 22: Class A emissions
- FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions
- ICES-001: Class A emissions



Note In the United States (per FCC 47 CFR), Class A equipment is intended for use in commercial, light-industrial, and heavy-industrial locations. In Europe, Canada, Australia, and New Zealand (per CISPR 11), Class A equipment is intended for use only in heavy-industrial locations.



Note Group 1 equipment (per CISPR 11) is any industrial, scientific, or medical equipment that does not intentionally generate radio frequency energy for the treatment of material or inspection/analysis purposes.



Note For EMC declarations, certifications, and additional information, refer to the [Online Product Certification](#) section.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as follows:

- 2014/35/EU; Low-Voltage Directive (safety)
- 2014/30/EU; Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)

Online Product Certification

Refer to the product Declaration of Conformity (DoC) for additional regulatory compliance information. To obtain product certifications and the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Environmental Management

NI is committed to designing and manufacturing products in an environmentally responsible manner. NI recognizes that eliminating certain hazardous substances from our products is beneficial to the environment and to NI customers.

For additional environmental information, refer to the *Minimize Our Environmental Impact* web page at ni.com/environment. This page contains the environmental regulations and directives with which NI complies, as well as other environmental information not included in this document.

Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)



EU Customers At the end of the product life cycle, all NI products must be disposed of according to local laws and regulations. For more information about how to recycle NI products in your region, visit ni.com/environment/weee.

电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）



中国客户 National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 ni.com/environment/rohs_china。(For information about China RoHS compliance, go to ni.com/environment/rohs_china.)

NI 4138 Front Panel

Figure 6. NI 4138 Front Panel

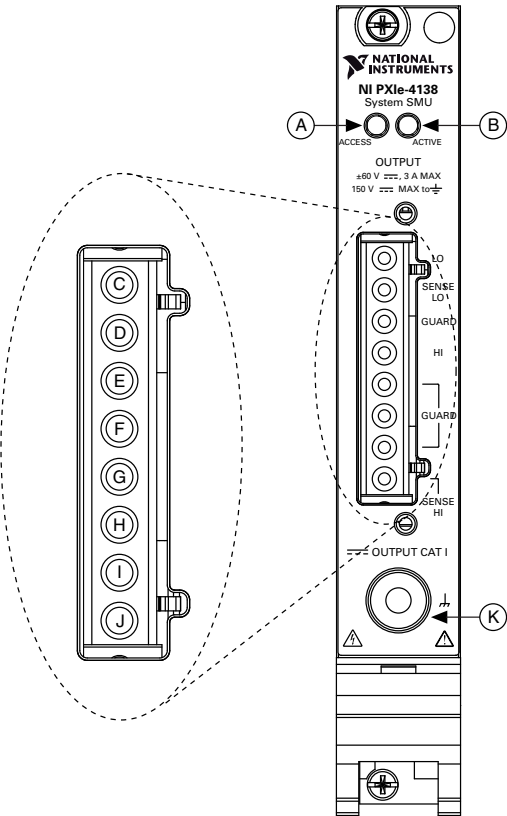


Table 5. Front Panel Connectors

	Description
A	Access Status LED
B	Active Status LED
C	Output LO
D	Sense LO
E	Guard

Table 5. Front Panel Connectors (Continued)

	Description
F	Output HI
G	Guard
H	Guard
I	Guard
J	Sense HI
K	Chassis Ground

Refer to the *NI Trademarks and Logo Guidelines* at ni.com/trademarks for information on NI trademarks. Other product and company names mentioned herein are trademarks or trade names of their respective companies. For patents covering NI products/technology, refer to the appropriate location: **Help»Patents** in your software, the `patents.txt` file on your media, or the *National Instruments Patent Notice* at ni.com/patents. You can find information about end-user license agreements (EULAs) and third-party legal notices in the readme file for your NI product. Refer to the *Export Compliance Information* at ni.com/legal/export-compliance for the NI global trade compliance policy and how to obtain relevant HTS codes, ECCNs, and other import/export data. NI MAKES NO EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES AS TO THE ACCURACY OF THE INFORMATION CONTAINED HEREIN AND SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY ERRORS. U.S. Government Customers: The data contained in this manual was developed at private expense and is subject to the applicable limited rights and restricted data rights as set forth in FAR 52.227-14, DFAR 252.227-7014, and DFAR 252.227-7015.

© 2013—2016 National Instruments. All rights reserved.

NI PXIe-4138

単一チャンネルシステム SMU

このドキュメントには、NI PXIe-4138 (NI 4138) の仕様が記載されています。NI 4138 は、システムソースメジャーユニット (SMU) です。

目次

NI PXIe-4138 仕様.....	2
掃除する際の注意.....	3
デバイス機能.....	3
電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能.....	4
電流のプログラミングおよび測定確度/分解能.....	4
ノイズ (標準)	5
周囲温度によるシンク電源の低下.....	5
過渡応答および整定時間 (標準)	6
負荷変動 (標準)	7
測定および更新タイミング特性.....	8
リモートセンス.....	9
確度の計算例.....	9
NI-DCPower シーケンスソースモデル.....	12
トリガ特性.....	12
保護特性.....	13
絶縁特性.....	13
ガード出力特性.....	13
アクセサリ.....	14
キャリブレーション間隔.....	14
所要電力特性.....	14
物理特性.....	14
環境.....	14
耐衝撃/振動.....	15
認可および準拠.....	15
NI 4138 フロントパネル.....	18

NI PXIe-4138 仕様

仕様は事前の通知なしに変更されることがあります。最新の NI 4138 仕様については、ni.com/manuals を参照してください。



危険電圧 このアイコンは、電気ショックを防止するための事前対策についての警告を示します。

NI のテスト/計測用機器の機能および性能は、「仕様」、「標準仕様」、および「特性または補足仕様」として定義されています。このドキュメントに記載されたデータは注釈がない限り「仕様」です。

「仕様」は推奨キャリブレーション間隔内において、記載された動作条件下で保証される計測器の性能を示します。

「標準仕様」は推奨キャリブレーション間隔内において、記載された動作条件下で大多数の計測器が満たす仕様を示します。標準仕様は保証されている値ではありません。

「特性」または「補足仕様」は、設計または開発中に特定された計測器の基本的機能および属性を示し、検証または調整中に評価されたものではありません。これには、前述の定義に含まれていない、計測器の標準的な使用に関する情報が記載されています。



注意 ドキュメントに記載されている手順以外の方法で使用方法、NI 4138 に装備されている保護機能が正常に動作しない場合があります。

特に注釈がない限り、これらの仕様は以下の条件下で有効です。

- 周囲温度が $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ である。¹
- キャリブレーション間隔が 1 年である。
- 30 分のウォームアップ時間が確保されている。
- 過去 24 時間以内にセルフキャリブレーションが実行されている。
- **niDCPower アパーチャ遅延** プロパティまたは `NIDCPOWER_ATTR_APERTURE_TIME` 属性が 2 電源周期 (PLC) に設定されている。
- PXI Express シャーシにファンの速度設定が複数ある場合、ファンが最高に設定されている。

NI 4138 のドキュメントにアクセスするには、**スタート→すべてのプログラム→National Instruments→NI-DCPower→ドキュメント** を参照してください。



メモ ハードウェアリビジョン F 以前のデバイスは、EMC 規格に適合するために、スナップ式のフェライトビーズが必要です。このビーズについては、

¹ 周囲温度の定義については、ni.com/manuals で利用可能な『強制空冷の維持について』を参照してください。

出荷キットに同梱されている『NI PXIe-4138 スタートアップガイド』を参照してください。

デバイスのリビジョンを確認するには、Measurement & Automation Explorer (MAX) を開いて、そのデバイスを選択します。ハードウェアリビジョンは右側の設定ペーンに表示されます。

掃除する際の注意



注意 金属製以外の柔らかいブラシを使用して、モジュールの手入れをしてください。再び使用する前に、ハードウェアが完全に乾き汚染物質がないことを確認します。

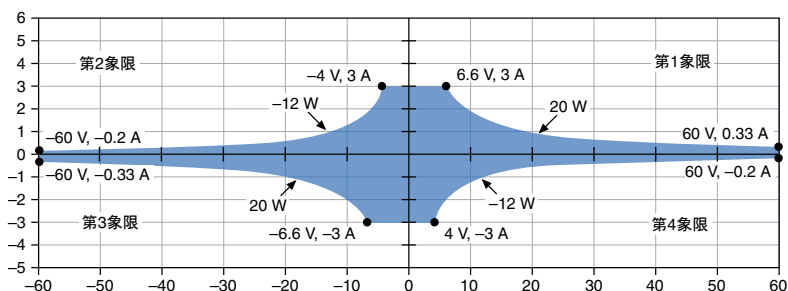
デバイス機能

次の表および図は、NI 4138 の電圧および電流ソースとシンクレンジを示します。

表 1. 電流ソースとシンクレンジ

DC 電圧レンジ	DC 電流ソース/シンクレンジ
600 mV	1 μ A
6 V	10 μ A
60 V	100 μ A
	1 mA
	10 mA
	100 mA
	1 A
	3 A

図 1. 象限図²



² NI 4138 でパルスを構成する方法については、『NI DC 電源および SMU ヘルプ』を参照してください。

DC ソース電源は出力電圧にかかわらず 20 W に制限。³



注意 DC 電源のシンクは 12 W に制限してください。45°Cを超える周囲温度で動作している場合、シンク電源の低下が起こります。PXI Express シャーシにファンの速度設定が複数ある場合、ファンを最高に設定してください。

関連リンク

[周囲温度によるシンク電源の低下](#) 5 ページ

電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能

表 2. 電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能

範囲	分解能 (ノイズ制限)	ノイズ (0.1 Hz～10 Hz、ピーク-ピーク) (標準)	確度 (23°C ± 5°C) ± (電圧の% + オフセット)、 $T_{cal} \pm 5^\circ\text{C}^4$	温度係数 ± (電圧の% + オフセット) / °C、0°C～55°C
600 mV	1 μV	4 μV	0.02% + 100 μV	0.0005% + 1 μV
6 V	10 μV	12 μV	0.02% + 600 μV	
60 V	100 μV	120 μV	0.02% + 6 mV	

関連リンク

[リモートセンス](#) 9 ページ

電流のプログラミングおよび測定確度/分解能

表 3. 電流のプログラミングおよび測定確度/分解能

範囲	分解能 (ノイズ制限)	ノイズ (0.1 Hz～10 Hz、ピーク-ピーク)、標準	確度 (23°C ± 5°C) ± (電圧の% + オフセット)、 $T_{cal} \pm 5^\circ\text{C}^5$	温度係数 ± (電流の% + オフセット) / °C、0°C～55°C
1 μA	1 pA	8 pA	0.03% + 200 pA	0.0006% + 4 pA
10 μA	10 pA	60 pA	0.03% + 1.4 nA	0.0006% + 22 pA
100 μA	100 pA	400 pA	0.03% + 12 nA	0.0006% + 200 pA

³ HI 端子と LO 端子の間で測定された電圧で定義される電力制限。

⁴ T_{cal} は、最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4138 で記録されたデバイスの内部温度です。

⁵ T_{cal} は、最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4138 で記録されたデバイスの内部温度です。

表 3. 電流のプログラミングおよび測定確度/分解能 (続き)

範囲	分解能 (ノイズ制限)	ノイズ (0.1 Hz～10 Hz、ピーク-ピーク)、標準	確度 (23°C ± 5°C) ± (電圧の% + オフセット)、 $I_{cal} \pm 5^\circ C^5$	温度係数 ± (電流の% + オフセット) / °C、0°C ~ 55°C
1 mA	1 nA	4 nA	0.03% + 120 nA	0.0006% + 2 nA
10 mA	10 nA	40 nA	0.03% + 1.2 µA	0.0006% + 20 nA
100 mA	100 nA	400 nA	0.03% + 12 µA	0.0006% + 200 nA
1 A	1 µA	4 µA	0.03% + 120 µA	0.0006% + 2 µA
3 A	10 µA	40 µA	0.083% + 1.8 mA	0.002% + 20 µA

ノイズ (標準)

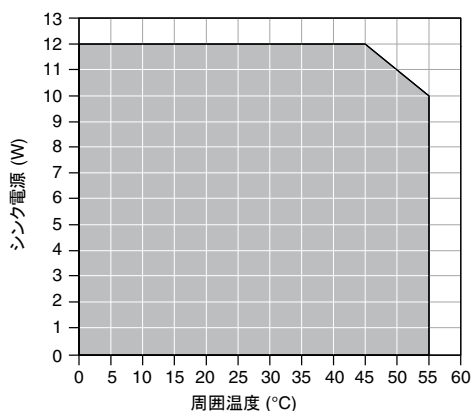
広帯域ソースノイズ

20 V レンジで 60 mV ピーク-ピーク未満。
標準過渡応答用にデバイスを構成。10 Hz
～20 MHz

周囲温度によるシンク電源の低下

次の図は、NI 4138 の周囲温度に応じたモジュールあたりのシンク電源の低下を示しています。

図 2. 周囲温度によるシンク電源の低下



過渡応答および整定時間（標準）

過渡応答

負荷電流がレンジの 10%から 90%に変化した後、70 μ s 未満で電圧レンジの 0.1%以内に回復。デバイスを高速過渡応答に構成。

整定時間⁶

電圧モード、50 V ステップ、負荷なし⁷ <200 μ s

電圧モード、5 V ステップ以下、負荷なし⁸ <70 μ s

電流モード、フルスケールステップ、<50 μ s
3 A~100 μ A レンジ⁹

電流モード、フルスケールステップ、<150 μ s
10 μ A レンジ⁹

電流モード、フルスケールステップ、<300 μ s
1 μ A レンジ⁹

次の図は、異なる負荷における NI 4138 のステップ応答における過渡応答設定の影響を示しています。

⁶ ステップ振幅の 0.1%以内に整定するまでの時間を測定。デバイスは高速過渡応答に構成。

⁷ 電流制限は 50 μ A 以上かつ「選択された電流制限レンジの 50%以上」に設定。

⁸ 電流制限は 20 μ A 以上かつ「選択された電流制限レンジの 20%以上」に設定。

⁹ 電圧制限は 2 V 以上、抵抗負荷は「1 V/選択された電流レンジ」に設定。

図 3. 1 mA レンジ、負荷なしステップ応答（標準）

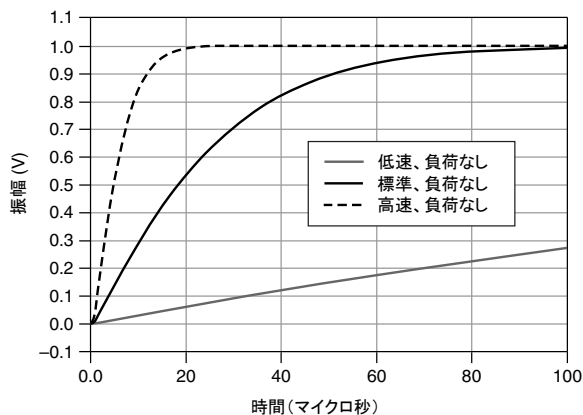
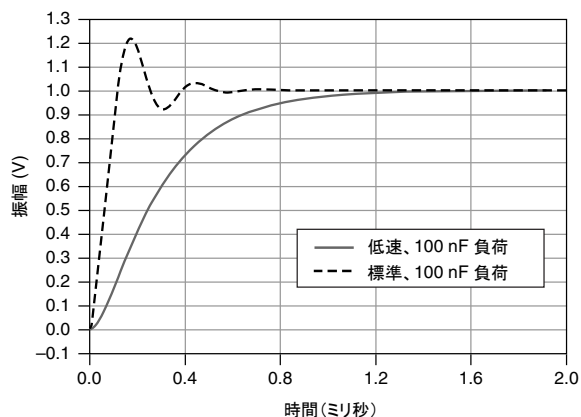


図 4. 1 mA レンジ、100 nF 負荷でのステップ応答（標準）



負荷変動（標準）

電圧

ローカルセンス用に構成されたデバイス

1 mA の出力負荷あたり 100 μ V 変動（出力チャンネル端子間で測定）

リモートセンス用に構成されたデバイス

負荷変動の影響は電圧確度仕様に含まれる

電流、ローカルまたはリモート用に構成されたデバイス 負荷変動の影響は電流確度仕様に含まれる

関連リンク

[電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能 4 ページ](#)

[電流のプログラミングおよび測定確度/分解能 4 ページ](#)

測定および更新タイミング特性

有効サンプルレート ¹⁰	(1.8 MS/s) /N (N = 1, 2, 3, ... 2 ²⁴)
サンプルレート確度	PXIe_CLK100 の確度と同じ
ホストへの最大測定レート	1.8 MS/s (チャンネルあたり、連続)
最大ソースアップデートレート ¹¹	100,000 アップデート/s
入力トリガ	
ソースイベント遅延	10 μs
ソースイベントジッタ	1 μs
測定イベントジッタ	1 μs
パルスタイミングおよび確度	
最小パルス ON 時間 ¹²	50 μs
最小パルス OFF 時間 ¹³	50 μs
パルス ON 時間または OFF 時間のプログラミング分解能	100 ns
パルス ON 時間または OFF 時間のプログラミング確度	±5 μs
パルス ON 時間または OFF 時間ジッタ	1 μs

¹⁰ 測定中にソースする場合、**niDCPower ソース遅延**と **niDCPower アパーチャ遅延**プロパティがサンプルレートに影響します。測定する場合は、**niDCPower アパーチャ遅延**プロパティのみがサンプルレートに影響します。

¹¹ ソース遅延が調整されると、最大ソースレートが変動します。

¹² パルス ON 時間は、立ち上がりエッジの最初から立ち下りエッジの最初で測定されます。

¹³ パルス OFF 時間は、立ち下がりエッジの最初から次に来る立ち上がりエッジの最初で測定されます。

リモートセンス

電圧確度	電圧確度仕様に、HI リード降下のボルトあたり（電圧レンジの 3 ppm + 11 μ V）と（リード降下のボルト x 対応するセンスリード抵抗の Ω ）あたり 1 μ V を追加します。
センスリード線の最大抵抗	100 Ω 、特性
リード線あたりの最大リード降下	3 V、特性



メモ リード線あたりの最大リード降下の値を超えると、その他のエラーで発生する可能性があります。

関連リンク
[電圧のプログラミングおよび測定確度/分解能](#) 4 ページ

確度の計算例 ¹⁴

例 1: 5°C 確度を計算する

以下の条件下にある 1 μ A レンジに対する 900 nA 出力の確度を計算します。

周囲温度	28°C
デバイスの内部温度	$T_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$ ¹⁵
セルフキャリブレーション	過去 24 時間以内

計算方法

デバイス内部の温度が $T_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$ 以内で、周囲温度が $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 以内であるため、適切な確度仕様は次のようになります。

$$0.03\% + 200 \text{ pA}$$

確度は、次の式で計算します。

¹⁴ 例で示した仕様は例示目的のみで、必ずしもこのデバイスの仕様を反映したものではありません。
¹⁵ T_{cal} は、最後に実行されたセルフキャリブレーションの終了時に、NI 4138 で記録されたデバイスの内部温度です。

$$\text{確度} = 900\text{nA} * 0.03 \% + 200\text{pA}$$

$$= 270\text{pA} + 200\text{pA}$$

$$= 470\text{pA}$$

よって、実際の出力は、900 nA の 470 pA 内になります。

例 2: リモートセンス確度を計算する

600 mV レンジに対する 500 mV 出力のリモートセンス確度を計算します。条件は、以下の違い以外は例 1 と同じであると仮定します。

HI パスリード降下	3 V
HI センスリード線の抵抗	2 Ω
LO パスリード降下	2.5 V
LO センスリード線の抵抗	1.5 Ω

計算方法

デバイス内部の温度が $T_{\text{cal}} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内で、周囲温度が $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 以内であるため、適切な確度仕様は次のようになります。

$$0.02\% + 100\text{ }\mu\text{V}$$

デバイスがリモートセンスを使用しているため、リモートセンスの確度仕様を使用します。

電圧確度仕様に、HI リード降下のボルトあたり（電圧レンジの 3 ppm + 11 μV ）と（リード降下のボルト × 対応するセンスリード抵抗の Ω）あたり 1 μV を追加します。

リモートセンス確度は、次の式で計算します。

$$\text{確度} = \left(500\text{ mV} * 0.02 \% + 100\mu\text{V} \right) + \frac{600\text{ mV} * 3\text{ppm} + 11\mu\text{V}}{\text{リード降下の1V}} * 3\text{ V} + \frac{1\mu\text{V}}{\text{V} * \Omega} * 3\text{V} * 2\text{ }\Omega + \frac{1\mu\text{V}}{\text{V} * \Omega} * 2.5\text{V} * 1.5\Omega$$

$$= 100\mu\text{V} + 100\mu\text{V} + 12.8\mu\text{V} * 3 + 6\mu\text{V} + 3.8\mu\text{V}$$

$$= 248.2\mu\text{V}$$

よって、実際の出力は、500 mV の 248.2 μV 内になります。

例 3: 温度係数を使用して確度を計算する

1 μA レンジに対する 900 nA 出力の確度を計算します。条件は、以下の違い以外は例 1 と同じであると仮定します。

周囲温度	15°C
------	------

計算方法

デバイス内部の温度が $T_{\text{cal}} \pm 5^\circ\text{C}$ 以内であるため、適切な確度仕様は次のようになります。

$$0.03\% + 200\text{ pA}$$

周囲温度が $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ の範囲外であるため、 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ の範囲から外れている摂氏温度あたり、次の温度係数を使用します。

$$0.0006\% + 4\text{ pA}$$

確度は、次の式で計算します。

$$\text{温度変動} = (23^\circ\text{C} - 5^\circ\text{C}) - 15^\circ\text{C} = 3^\circ\text{C}$$

$$\text{確度} = (900\text{ nA} * 0.03\% + 200\text{ pA}) + \frac{900\text{ nA} * 0.0006\% + 4\text{ pA}}{1^\circ\text{C}} * 3^\circ\text{C}$$

$$= 470\text{ pA} + 28.2\text{ pA}$$

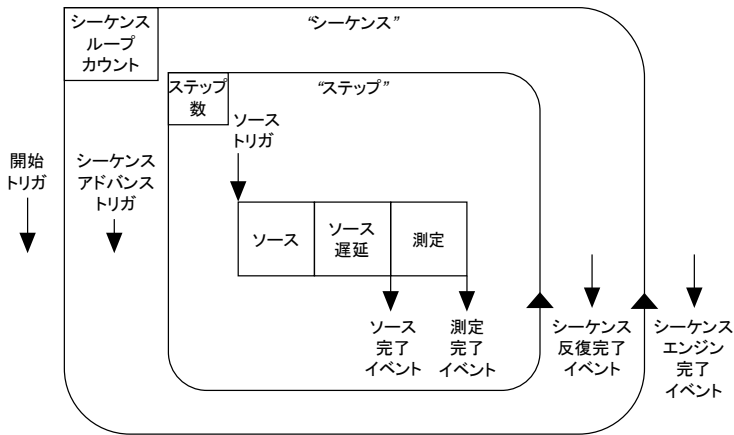
$$= 498.2\text{ pA}$$

よって、実際の出力は、900 nA の 498.2 pA 内になります。

NI-DCPower シーケンスソースモデル

次の図は、シーケンスソースモードで自動測定を使用する場合の NI-DCPower でのプログラミングフローを示しています。

図 5. NI-DCPower プログラミングフロー



関連リンク

[NI DC 電源および SMU ヘルプ](#)

トリガ特性

入力トリガ

タイプ	開始、ソース、シーケンスアドバンス、測定、パルス
ソース (PXI トリガライン 0~7) ¹⁶	
極性	構成可能
最小パルス幅	100 ns
出力先 ¹⁷ (PXI トリガライン 0~7) ¹⁶	
極性	アクティブ HIGH (構成不可)
パルス幅	>200 ns

¹⁶ パルス幅および論理レベルは、PXI Express Hardware Specification Revision 1.0 ECN 1 に準拠しています。

¹⁷ 入力トリガは再度エクスポートできます。

出カトリガ（イベント）

タイプ	ソース完了、シーケンス反復完了、シーケンスエンジン完了、測定完了、パルス完了、パルス準備完了
出力先（PXI トリガライン 0～7） ¹⁶	
極性	構成可能
パルス幅	250 ns～1.6 μ s に構成可能

保護特性

出力チャンネル保護

過電流または過電圧	自動シャットダウン、出力を接続解除して出力リレーを開く
過熱	自動シャットダウン、出力を接続解除して出力リレーを開く

絶縁特性



注意 MAINS に接続しないでください。CAT II、III、または IV で、信号を接続したり測定用に使用したりしないでください。

絶縁電圧（チャンネル/アース間）	150 VDC、CAT I、5 秒間の絶縁耐圧試験で確認済み（連続）
------------------	------------------------------------



メモ Measurement Category CAT I と CAT O（Other）は同じものです。これらのテストおよび測定の回路は、Measurement Category CAT II、CAT III、または CAT IV の建物に取り付けられた MAINS コンセントに直接接続するように作られていません。



危険電圧 この製品を危険な電圧で操作する場合は、電気ショックを防止するための予防措置を実行してください。



メモ 絶縁電圧の定格は任意のチャンネルピンとフロントパネルのシャーシグランドコネクタ間で測定された電圧に適用されます。チャンネルを直列で操作する場合、または外部電圧基準の上で浮動させる場合、すべての端子がこの定格を超えないように確認します。

ガード出力特性

ケーブルガード

出力インピーダンス	2 k Ω
オフセット電圧	1 mV

アクセサリ

表 4. NI 4138 アクセサリ

アクセサリ	製造元	製品番号
予備コネクタおよびバックシェルキット	NI	783477-01
NI システム SMU 3 軸アダプタ	NI	784000-01

関連リンク

[アクセサリの詳細については、ni.com を参照してください。](#)

キャリブレーション間隔

推奨キャリブレーション間隔 1 年

所要電力特性

PXI Express 所要電力 3.3 V レールから 2.5 A、12 V レールから 2.2 A

物理特性

外形寸法	3U、1 スロット、PXI Express/cPCI Express モジュール、2.0 cm × 13.0 cm × 21.6 cm (0.8 in. × 5.1 in. × 8.5 in.)
重量	419 g (14.8 oz)
フロントパネルコネクタ	5.08 mm (8 ピン)

関連リンク

[NI DC 電源および SMU ヘルプ](#)

環境

最大使用高度	2,000 m (800 mbar) (周囲温度 25°C時)
汚染度	2

室内使用のみ。

動作環境

周囲温度範囲	0～55℃ (IEC 60068-2-1 および IEC 60068-2-2 に準拠して試験済み。MIL-PRF-28800F Class 3 最低温度制限値および MIL-PRF-28800F Class 2 最高温度制限値の範囲内。)
相対湿度範囲	10～90%、結露なきこと (IEC 60068-2-56 に従って試験済み。)

保管環境

周囲温度範囲	-40℃～70℃ (IEC 60068-2-1 および IEC 60068-2-2 に準拠して試験済み。MIL-PRF-28800F Class 3 制限値の範囲内。)
相対湿度範囲	5～95%、結露なきこと (IEC 60068-2-56 に従って試験済み。)

耐衝撃/振動


動作衝撃	最大 30 g (半正弦波)、11 ms パルス (IEC 60068-2-27 に準拠して試験済み。MIL-PRF-28800F Class 2 制限に準拠。)
ランダム振動	
動作時	5 Hz～500 Hz、0.3 g _{rms}
非動作時	5 Hz～500 Hz、2.4 g _{rms} (IEC 60068-2-64 に従って試験済み。プロファイルは、MIL-PRF-28800F、Class 3 の要件を上回る。)

認可および準拠

安全性

この製品は、計測、制御、実験に使用される電気装置に関する以下の安全規格要件を満たすように設計されています。

- IEC 61010-1、EN 61010-1
- UL 61010-1、CSA 61010-1

 **メモ** UL およびその他の安全保証については、製品ラベルまたは「[オンライン製品認証](#)」セクションを参照してください。

電磁両立性

この製品は、計測、制御、実験に使用される電気装置に関する以下の EMC 規格の必要条件を満たします。

- EN 61326-1 (IEC-61326-1): Class A エミッション、基本イミュニティ
- EN 55011 (CISPR 11): Group 1、Class A エミッション
- EN 55022 (CISPR 22): Class A エミッション
- EN 55024 (CISPR 24): イミュニティ
- AS/NZS CISPR 11: Group 1、Class A エミッション
- AS/NZS CISPR 22: Class A エミッション
- FCC 47 CFR Part 15B: Class A エミッション
- ICES-001: Class A エミッション



メモ 米国では (FCC 47 CFR に従って)、Class A 機器は商業、軽工業、および重工業の設備内での使用を目的としています。欧州、カナダ、オーストラリア、およびニュージーランドでは (CISPR 11 に従って)、Class A 機器は重工業の設備内のみでの使用を目的としています。



メモ Group 1 機器とは (CISPR 11 に従って) 材料の処理または検査/分析の目的で無線周波数エネルギーを意図的に生成しない工業用、科学、または医療向け機器のことです。



メモ EMC 宣言および認証については、「[オンライン製品認証](#)」セクションを参照してください。

CE 適合

この製品は、該当する EC 理事会指令による基本的要件に適合しています。

- 2014/35/EU、低電圧指令 (安全性)
- 2014/30/EC、電磁両立性指令 (EMC)

オンライン製品認証

この製品のその他の適合規格については、この製品の適合宣言 (DoC) をご覧ください。この製品の製品認証および適合宣言を入手するには、ni.com/certification にアクセスして型番または製品ラインで検索し、保証の欄の該当するリンクをクリックしてください。

環境管理

ナショナルインスツルメンツは、環境に優しい製品の設計および製造に努めています。NI は、製品から特定の有害物質を除外することが、環境および NI のお客様にとって有益であると考えています。

環境に関する詳細は、ni.com/environment からアクセス可能な「環境への取り組み」ページを参照してください。このページには、ナショナルインスツルメンツが準拠する環境規制および指令、およびこのドキュメントに含まれていないその他の環境に関する情報が記載されています。

廃電気電子機器（WEEE）



欧州のお客様へ 製品寿命を過ぎたすべての NI 製品は、お住まいの地域の規定および条例に従って廃棄処分してください。お住まいの地域における NI 製品のリサイクル方法の詳細については、ni.com/environment/weee を参照してください。

电子信息产品污染控制管理办法（中国 RoHS）



中国客户 National Instruments 符合中国电子信息产品中限制使用某些有害物质指令 (RoHS)。关于 National Instruments 中国 RoHS 合规性信息，请登录 ni.com/environment/rohs_china。(For information about China RoHS compliance, go to ni.com/environment/rohs_china.)

NI 4138 フロントパネル

図 6. NI 4138 フロントパネル

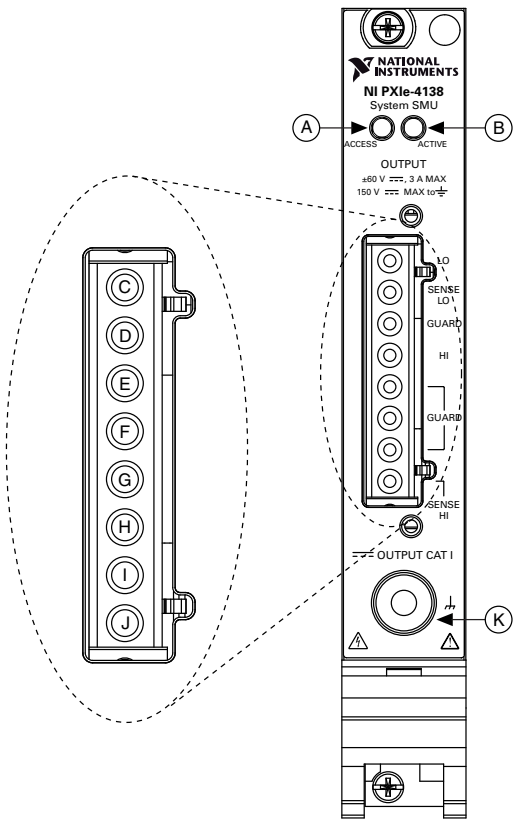


表 5. フロントパネルコネクタ

	説明
A	Access ステータス LED
B	Active ステータス LED
C	出力 LO
D	センス LO
E	ガード

表 5. フロントパネルコネクタ（続き）

	説明
F	出力 HI
G	ガード
H	ガード
I	ガード
J	センス HI
K	シャーシのグランド

National Instruments の商標については、ni.com/trademarks に掲載されている「NI Trademarks and Logo Guidelines」をご覧ください。本書中に記載されたその他の製品名及び企業名は、それぞれの企業の商標又は商号です。National Instruments の製品を保護する特許については、ソフトウェアで参照できる特許情報（ヘルプ—特許）、メディアに含まれている `patents.txt` ファイル、又は ni.com/patents からアクセスできる National Instruments Patent Notice（英語）のうち、該当するリソースから参照してください。エンドユーザ使用許諾契約（EULA）及び他社製品の法的注意事項はご使用の NI 製品の Readme ファイルにあります。National Instruments の輸出関連法規遵守に対する方針については、また必要な HTS コード、ECCN（Export Control Classification Number）、その他の輸出入に関する情報の取得方法については、「輸出関連法規の遵守に関する情報」（ni.com/legal/ja/export-compliance）を参照してください。NI は、本書に記載の情報の正確性について、一切の明示又は黙示の保証を行わず、技術的な誤りについて一切の責任を負いません。米国政府のお客様へ：本書に含まれているデータは、民間企業の費用により作成されており、民間機関用の連邦調達規則 52.227-14 と軍事機関用の国防省連邦調達規則補足 252.227-7014 及び 252.227-7015 に基づく限定権利及び制約付データ権利の条項の適用を受けます。

© 2013—2016 National Instruments. All rights reserved.