

電子抵抗

CURR.  
MonitorTRIG.  
OutputRC-02A  
(※)

GP-IB

USB

スループレート  
可変LabVIEW  
ドライバ高速応答  
200A/  $\mu$ s

※はオプション

直流電子負荷装置

まるで  
電子抵抗

超高速電子負荷装置

## Load Star シリーズ

ELS-304 : 30V, 120A, 300W



Load Star シリーズ ELS-304 は、負荷応答速度 200A/  $\mu$ s の超高速電子負荷装置です。高速応答の評価が要求される DC/DC コンバータやキャパシタの試験に適しています。

- 200A/  $\mu$ s という超高速応答を実現
- 最小動作電圧の無い電子抵抗動作
- GP-IB/USB インターフェースを標準装備

## オーダー情報

型名	内容	標準価格 (税抜)
ELS-304	電子負荷本体 30V, 120A, 300W	¥ 1,200,000
RC-02A	リップルノイズ測定モジュール (工場出荷時オプション)	¥ 150,000
ELS-304/REC	電子負荷検査成績書	¥ 5,000
RC-02A/REC	RC-02A 検査成績書	¥ 0
LL-050	Low-L (低インダクタンス) ケーブル 50cm	¥ 15,000
LL-100	Low-L (低インダクタンス) ケーブル 100cm	¥ 20,000
LL-200	Low-L (低インダクタンス) ケーブル 200cm	¥ 30,000
RK-ELx304L	ELx-304 タイプ用ラックマウントキット (JIS 仕様)	¥ 50,000
RK-ELx305E	ELx-304 タイプ用ラックマウントキット (EIA 仕様)	¥ 50,000

# 仕様

最大定格	入力コネクタ	FRONT	
	接続	端子	
	電流	120A	
	電圧	30V	
	最小動作電圧	0.6V(120A) / 0.3V(60A) / 0.1V(20A)	
	電力	300W	
定電流設定	レンジ	12A	120A
	公称分解能 (※ 1)	1mA	10mA
	確度	± 0.2% of stg. ± 0.2% of F.s.	
	負荷応答	0.25A/ μ s ~ 20A/ μ s	2A/ μ s ~ 200A/ μ s
	最小立ち上がり時間	100ns	
	定抵抗設定 4V 電圧レンジ	設定値	0.25 Ω ~
	公称分解能 (※ 1)	1mA/V	10mA/V
	確度 (※ 2)	± 0.5% of Conv.Curr. ± 0.2% of f.s.	
	定抵抗設定 30V 電圧レンジ	設定値	1.25 Ω ~
	公称分解能 (※ 1)	50 μ A/V	1mA/V
	確度 (※ 2)	± 0.5% of Conv.Curr. ± 0.2% of f.s.	
	定電圧設定	電圧レンジ	4V
	公称分解能 (※ 1)	0.5mV	5mV
	確度	± 0.2% of stg. ± 0.2% of f.s.	
	ループゲイン設定	0.1% ~ 100.0%	
	定電力設定	電圧レンジ	40W
	公称分解能 (※ 1)	5mW	25mW
	最大負荷電流	12A	120A
	確度	± 2.5% of stg. ± 1% of f.s.	
	外部制御設定	レンジ	12A
公称分解能 (※ 1)		2mA	20mA
確度		± 0.2% of stg. ± 50mA	± 0.2% of stg. ± 500mA
最大負荷応答		0.2A/ μ s ~ 20A/ μ s	2A/ μ s ~ 200A/ μ s
最小立ち上がり時間		100ns	
制御電圧		0V ~ 10V	
動的制御設定	制御方式	2パターン切り替え方式	
	設定周期	10 μ s ~ 150ms / 300ms / 600ms / 1.5s / 3s / 6s / 15s / 30s / 60s	
	周期分解能	10 μ s / 25 μ s / 50 μ s / 0.1ms / 0.2ms / 0.5ms / 1ms / 2ms / 5ms	
	動作モード	連続、単発	
	負荷応答設定時間	0.2A/ μ s ~ 20A/ μ s	2A/ μ s ~ 200A/ μ s
	最小立ち上がり時間	100ns	
ショートモード	最大電流	120A (電流リミット設定値)	
	電流リミット設定	電流レンジ	12A
	設定範囲	0.06A ~ 12A	0.6A ~ 120A
	公称分解能 (※ 1)	60mA	0.6A
	負荷アラーム (保護)	過電流	電流リミットで制限を行い負荷部を保護します。
過電力		無負荷設定で負荷部を保護します。	
過電圧		警告のみ負荷部は保護されません。	
温度		無負荷設定で負荷部を保護します。	
逆接続		警告のみ負荷部は保護されません。	

※ 1 公称分解能とは、各設定モードで想定している分解能の概算を示します。 ※ 2 Conv.Curr は、『入力電圧 / 設定抵抗値』の理想電流値を示します。

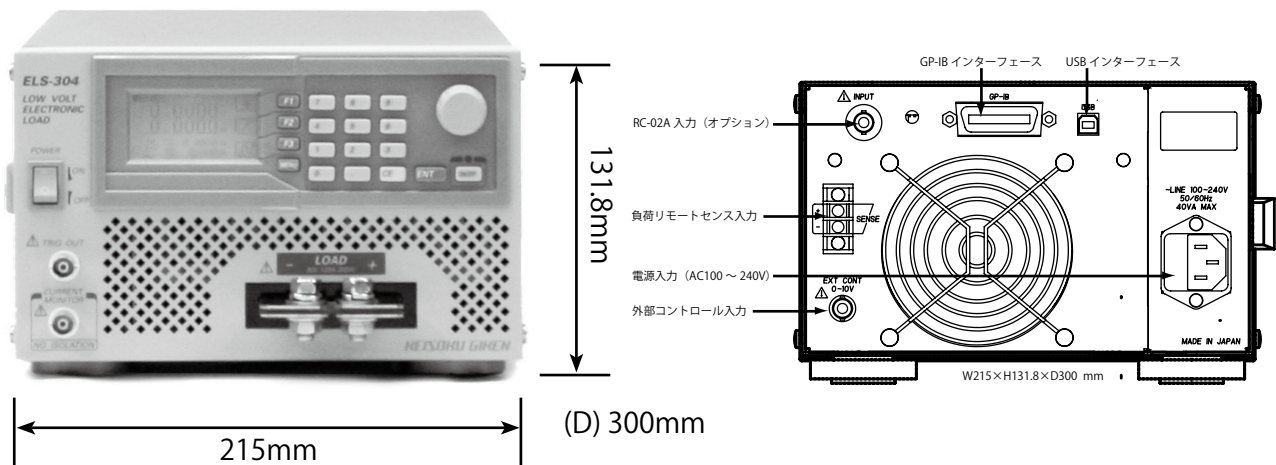
直流電圧測定	レンジ	4.000V	30.000V
	分解能	0.1mV	1.0mV
	確度 (※ 1)	± 0.05% of rdg. ± 0.05% of f.s.	
	測定時間 (※ 2)	約 100ms	
直流電流測定	レンジ (※ 3)	12A	120A
	分解能	0.1mA	1mA
	確度 (※ 1)	± 0.2% of rdg. ± 0.2% of f.s.	
	測定時間 (※ 2)	約 100ms	

## 仕 様

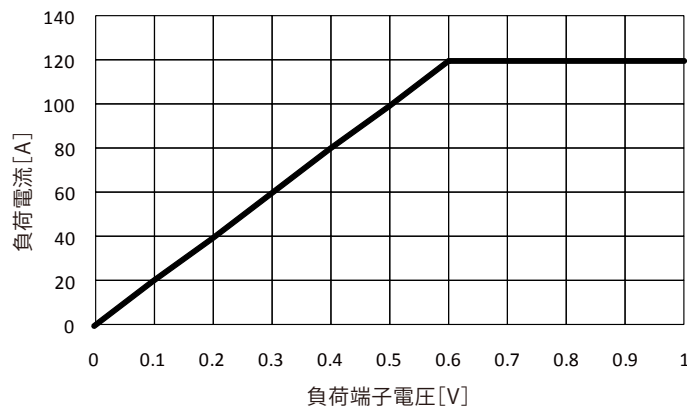
電力測定	測定方式 (※4)	演算方式 [電圧測定×電流測定]
	電圧測定×電流測定	約 200ms
外部インターフェース	GPIB	IEEE488.1
	USB	USB1.0
	外部制御入力	入力電圧: 0V ~ 10V
一般仕様	電源	AC100 ~ AC240V, 50/60Hz
	消費電力	50VA 以下
	寸法	215(W) × 131.8(H) × 300(D)
	重量	約 8Kg

※1 周囲温度 23 ± 5°C 湿度 70%以下において 6ヶ月間保証します。 ※2 同一測定モードとレンジの場合の測定時間です。 ※3 電流測定は、2レンジあり選択している負荷設定条件により決定されます。 ※4 測定結果を絶対値で返します。

## 前面・背面パネルレイアウト



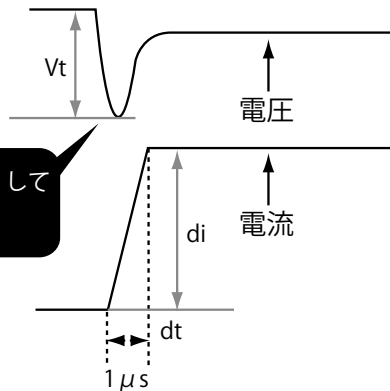
## 低電圧領域の動作電圧・負荷電流



# ELS-304 アプリケーション例 キャパシタの ESL, ESR の検出・評価方法



キャパシタの評価では LCR メータを活用した ESR（等価直列抵抗）や ESL（等価直列インダクタンス）測定が一般的でした。近年では FPGA や CPU の高速化により周辺に使われるキャパシタの低 ESR 化や低 ESL 化が進み計測が困難になってきておりますが、超高速電子負荷を用いることで、ESL や ESR を分離して測定することが可能となりました。



高速応答だと変化幅がはっきりして正しく ESL 値の測定が可能！

ESL の計算方法

$$L = dt/di \times Vt$$

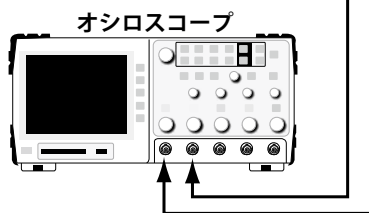
モデル	スルーレート
ELS-304	200A/ $\mu$ s
ELS-154	500A/ $\mu$ s

ns オーダーの設定が可能

立ち上がり波形からの ESL の測定例

## ● キャパシタの ESR、ESL の検出・評価方法の構成図 ●

コンデンサ評価用治具（特注品）

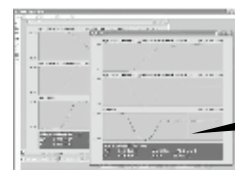


超高速電子負荷装置

ELS-304



ELS-154



解析ソフトウェア

オシロスコプの CSV データから、読み取り誤差なく解析します。

### オーダー情報

製品名	型名	主な仕様
超高速電子負荷装置	ELS-304	30V, 120A, 300W, 負荷応答速度 = 200A/ $\mu$ s (専用フィクスチャ作成も承ります)
超高速電子負荷装置	ELS-154	20V, 60A, 150W, 負荷応答速度 = 500A/ $\mu$ s (別途専用フィクスチャが必要です)

まるで  
電子抵抗

超高速電子負荷装置

# Load Star シリーズ ELS-154

ELS-154 : 20V, 60A, 150W

電子抵抗

Peak Power

TRIG. Output

GP-IB

USB

スルーレート  
可変

高速応答  
500A/  $\mu$ s

電子負荷

リップルノイズ

充放電

LED

電力回生

交流電源

安全試験器

自動試験システム

その他



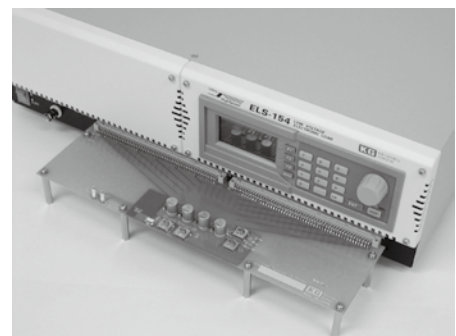
Load Star シリーズ ELS-154 は、負荷応答速度 500A/  $\mu$ s という業界最高峰の応答速度を実現しました。超高速デバイスに電源を供給する DC/DC コンバータやキャパシタ等の評価試験に威力を発揮します。

- 500A/  $\mu$ s という超高速応答を実現
- 最小動作電圧の無い電子抵抗動作
- 定格電力を超えても使えるピーク電力対応
- GP-IB/USB インターフェースを標準装備
- 専用フィクスチャ作成も承っております。

500A/  $\mu$ s という超高速応答で電流を変化させると、負荷ケーブルのインダクタンスが無視できなくなります。被評価デバイス端では電流の変化点でオーバーシュートやアンダーシュート等が発生し、評価・測定に悪影響を及ぼすからです。

弊社では右の写真のような評価対象デバイス用の専用フィクスチャ作成も承っております。超高速 DC/DC コンバータや写真のようなコンデンサ評価用など各種作成しておりますので、どうぞお気軽にお問い合わせ下さい。

※ 右図はフィクスチャ作成例（コンデンサ評価用）



## オーダー情報

型名	内容	標準価格 (税抜)
ELS-154	電子負荷本体 20V, 60A, 150W	¥ 1,480,000
SP-UNIT	専用フィクスチャ	お問い合わせ下さい。
ELS-154/REC	電子負荷検査成績書	¥ 5,000

# 仕様

最大定格	電流	60A		
	電圧	20V		
	内部最小抵抗	10.0mΩ		
	内部インダクタンス (Typ)	20nH		
	最大電流動作電圧 (※ 7)	0.6V (60A)		
	ピーク電力 (Pav1) (※ 6)	1200W (50 μs 以内)		
	ピーク電力 (Pav2) (※ 6)	300W (1ms 以内)		
	定格電力 (Pav)	150W		
定電流モード		H	M	L
	電流レンジ (設定範囲)	60A	30A	5A
	公称分解能 (※ 1)	5mA	2mA	1mA
	精度 負荷応答	± 0.2% of stg. ± 25mA 50A/ μs ~ 500A/ μs	± 0.2% of stg. ± 15mA 25A/ μs ~ 250A/ μs	± 0.2% of stg. ± 8mA 12.5A/ μs ~ 125A/ μs
定抵抗設定 4V 電圧レンジ		H		M
	抵抗レンジ (設定範囲)	0.01 Ω ~ 100 Ω		0.02 Ω ~ 200 Ω
	公称分解能 (※ 1)	10mS		5mS
定抵抗設定 20V 電圧レンジ		H		M
	抵抗レンジ (設定範囲)	0.03 Ω ~ 300 Ω		0.06 Ω ~ 600 Ω
	公称分解能 (※ 1)	3033mS		1.66mS
精度 (※ 2, 5)	± 0.5% of Conv.Curr. ± 0.2% of f.s.			
定電圧モード		H		L
	電圧レンジ	20V		4V
	公称分解能 (※ 1)	5mV		1mV
	精度 応答時間	± 0.2% of stg. ± 0.2% of f.s. Fast/Slow (300 μs/10ms Typ)		
定電力モード		H	M	
	電圧レンジ	150W	75W	
	公称分解能 (※ 1)	100mW	100mW	
	精度	± 2.5% of stg. ± 1% of f.s.		
外部制御設定		H	M	
	レンジ	60A	30A	
	公称分解能 (※ 1)	10mA	1mA	
	精度 (※ 4) 制御電圧	± 0.2% of stg. ± 0.5% of f.s. 0V ~ 10V		
ダイナミックモード		H	M	L
	制御方式	スイッチング動作		
	動作負荷制御モード	CC/CR/CV/CP モード		
	設定周期	4 μs ~ 100ms / 200ms / 500ms / 1.0s		
	周期分解能	2 μs / 5 μs / 10 μs / 50 μs		
	動作モード	連続、単発		
	負荷応答設定時間 (※ 8) 最小負荷応答時間 (※ 3, 9)	50A/ μs ~ 500A/ μs	25A/ μs ~ 250A/ μs	4.2A/ μs ~ 41.7A/ μs
30ns				
シーケンスモード	動作負荷制御モード	CC/CR/CV/CP モード		
	最大ステップ数	1024		
	ステップ時間	1ms ~ 10min		
	ステップ時間分解能	1ms(1ms ~ 100ms) / 100ms(100ms ~ 10min)		
ショートモード	ショート電流 (MAX)	60A		
		H	M	
電流リミット設定	電流レンジ	60A	30A	
	設定範囲	0.3 ~ 60A	0.15 ~ 30A	
	公称分解能 (※ 1)	0.9A	0.15A	

※ 1 公称分解能とは、各設定モードで想定している分解能の概算を示します。 ※ 2 Conv.Curr は『入力電圧 / 設定抵抗値』の理想電流値を示します。  
 ※ 3 最小負荷応答時間とは、スルーレート設定において応答可能な最小値となります。 ※ 4 外部制御モードの設定精度は、制御電圧入力 10V 時のみとなります。 ※ 5 定抵抗モードの設定精度は、負荷入力電圧の選択中の電圧レンジの 1/10V 以上の電圧値から有効です。 ※ 6 電子負荷装置を使用する環境温度 (装置内温度) 及び動作時間により変化します。 ※ 7 電流値により最小電圧は変化します。 ※ 8 定電流モード時のみ設定可能です。CV モードでは最大値設定と最小値設定を選択できます。CR/CP モードでは設定できません。 ※ 9 定電流モードの場合

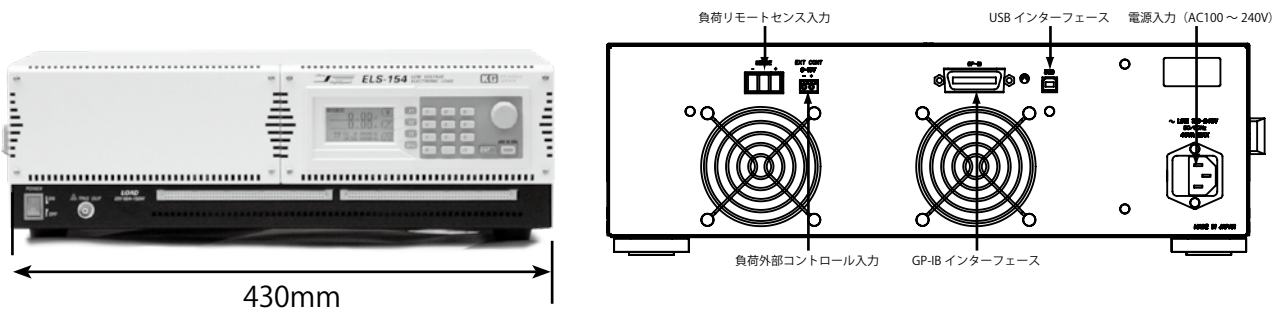
直流電圧測定		H	M	L
	レンジ	20.000V		4.000V
	分解能	10.0mV		1mV
	精度 (※ 1) 測定時間 (※ 2)	± 0.05% of rdg. ± 0.05% of f.s. 約 100ms		
直流電流測定		H	M	L
	レンジ (※ 3)	60A	30A	5A
	分解能	0.5mA	0.5mA	0.1mA
	精度 (※ 1) 測定時間 (※ 2)	± 0.2% of rdg. ± 0.2% of f.s. 約 100ms		

# 仕様

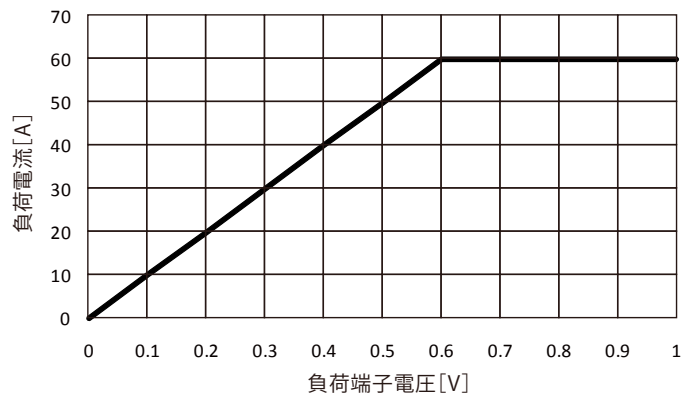
電力測定	測定方式 (※ 4)	演算方式 [電圧測定×電流測定]	
	電圧測定×電流測定 (※ 2)	約 200ms	
一般仕様	負荷端子	フロント・パネル入力	
	定格入力電圧	AC100 ~ 240V ± 10% 50/60Hz	
	消費電力	60VA 以下 (AC100V 時)	
	使用温度	5°C ~ 40°C	
	冷却方式	ファンによる強制冷却	
	寸法	430 (W) × 128.6(H) × 300(D) 突起物含まず	
	重量	約 10Kg	
インターフェース	GPIB	IEEE488.1	
	USB	USB1.1 に準拠	
	外部制御電圧	入力電圧：0V ~ 10V	
保護・アラーム	過電流保護	電流リミット機能で制限を行い負荷部を保護します。	
	過電力保護	電力リミットで制限を行い負荷部を保護します。	
	過電圧アラーム	過電圧印加時にアラームを発生します。	
	温度保護	装置内温度上昇時にアラームを発生し、出力をオフして負荷部を保護します。	
	逆接続アラーム	逆接続時にアラームを発生します。	
TRIG OUT	出力	フォトカプラ出力	
	出力電圧	CC1	+5V (Typ)
		CC2	0V (Typ)

※ 1 周囲温度 23 ± 5°C 湿度 70%以下において 6ヶ月間保証します。 ※ 2 同一測定モードとレンジの場合の測定時間です。 ※ 3 電流測定は、2レンジあり選択している負荷設定条件により決定されます。 ※ 4 測定結果を絶対値で返します。

## 前面・背面パネルレイアウト



## 低電圧領域の動作電圧・負荷電流



# ELS-154 アプリケーション例

## 負荷ケーブルインダクタンスの低減



パーソナルコンピュータなどに搭載される DC/DC コンバータは近年の CPU 高速化にともなって低電圧・大電流化が進んでおり、同時に高速応答性も要求されています。このようなコンバータを評価するための電子負荷にも高速応答が要求されるのは言うまでもありません。ここでは高速応答の電子負荷を使って評価、測定を行うときに考慮しなければならないポイントをご紹介します。

### 負荷ケーブルのインダクタンス

DC/DC コンバータの出力端と電子負荷装置の負荷入力端を接続するためのケーブルはインダクタンス成分を持っています。このインダクタンスはケーブルの長さに比例して大きくなりますが、高速応答の測定を行う場合には、これが大きな問題となります。電子負荷により負荷電流を急激に変化させるとインダクタンスに比例した過渡的な電圧降下が発生し、コンバータの性能を正確に見ることができなくなるからです。電磁気学の公式

$$E \text{ (電圧)} = L \text{ (インダクタンス)} \times \frac{di}{dt}$$

によると、インダクタンスと電流変化率 ( $di/dt$ ) に比例して電圧変化が大きくなることがわかります。

### インダクタンスを低減するには (その1)

コンバータと電子負荷の接続に使用するケーブルを太く短くすればインダクタンスは小さくなりますが、これには物理的に直近に置けないなどの制限があると思われます。また、電子負荷内部にもインダクタンス成分を持っており、いくら外部のケーブルを短くしても問題が解消されないことがあります。弊社的高速電子負荷は、このようなことのないよう、内部インダクタンスが最小になるように設計されています。

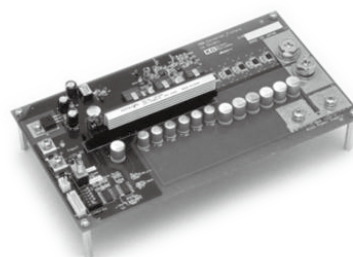
### インダクタンスを低減するには (その2)

もう一つの方法として、インダクタンスの低いケーブルを使用することがあげられます。弊社では低インダクタンスのケーブル (Low-L ケーブル) を用意しており、一般的なケーブルよりも低いインダクタンスとなっています。



### インダクタンスを低減するには (その3)

次に効果的なのは評価対象のコンバータに合わせた専用のフィクスチャ (プリント基板) を作成することです。プリント基板作成費用などのコストがかかりますが、インダクタンスによる影響を最小に抑えることができます。



フィクスチャ作成例

### オーダー情報

製品名	型名	主な仕様
Low-L ケーブル	LL-050	最大定格 : 500V, 100A, 1m Ω, 80nH ケーブル長 : 50cm
	LL-100	最大定格 : 500V, 60A, 2m Ω, 100nH ケーブル長 : 100cm
	LL-200	最大定格 : 500V, 40A, 4m Ω, 130nH ケーブル長 : 200cm