

WHEN QUALITY IS AN ISSUE,  
THE CHOICE IS HAEFELY



SGDA

インパルス電圧試験装置  
SGDA  
600-2600kV, 30-260kJ

# インパルス電圧試験装置

## アプリケーション

SGDAシリーズ インパルス試験システムは、開閉サージや雷撃を模擬したインパルス電圧を発生する装置です。本シリーズは、トータル充電電圧600kVから2600kVまでのラインアップを揃えています。1段あたりのエネルギーは、5kJまたは10kJから選択できます。

ヘフリー社は1932年からインパルス試験装置の製作を続けており、システムにはこの経験とノウハウが詰め込まれています。

IEC規格、ANSI/IEEE規格のほか、多くの国の標準規格に準拠した試験を可能にします。

ユーザーの要望に応じ、基本システムから様々な方法でアップグレードを行い、アプリケーションを拡張することが出来ます。多くの追加素子や追加コンポーネントを組み合わせるにより、以下の試験のために適正なシステムにカスタマイズすることが出来ます。

- ・電力用変圧器
- ・ケーブル（型式試験）
- ・アレスター（インパルス電流試験）
- ・回転機／発電機
- ・絶縁物
- ・ブッシング
- ・GIS
- ・計器用変圧器

コンピュータ制御によるコントロール・ユニットにより簡単な操作を実現し、外部のパソコンからの遠隔制御も可能です。

SGDAシリーズ インパルス試験システムのユニークなデルタ型モジュール構造は、容易な輸送および現地組立を実現します。



## SGDAシリーズの特徴は

- ・トータル充電電圧600kV～2600kVまでのラインナップ
- ・1段あたりエネルギー：5kJもしくは10kJ
- ・低インダクタンスの内部回路
- ・改良マルクス回路の採用による安定したトリガリング
- ・ユニークなデルタ型モジュール構造による容易な現地組立およびアップグレード
- ・コンピュータ制御による簡単な操作
- ・雷インパルスおよび開閉インパルス発生用の抵抗器の付属  
(開閉インパルス発生用抵抗はオプション)
- ・独創的な負荷範囲の拡張回路（オプション）
- ・作業が簡単なプラグイン抵抗や支持構造による結線時間の短縮を実現
- ・高圧コンデンサの絶縁には、環境に影響しないひまし油（PCB不含）を使用。
- ・停電時でも自動的に動作する安全接地装置
- ・大型キャスター付きのコンパクト・デザイン
- ・ヘフリー社製測定器との通信により、利用率の自動計算や、試験電圧の表示が可能



1100kV,55kJ インパルス電圧試験装置 SGDA1100-55



## 品質

ヘフリー社はISO9001の  
認証を取得しています

## ユーザーの利点

### 品質

ヘフリー社の品質保証体制はISO9001に対応しています。

測定システムおよび制御コンポーネントはヘフリー社内で設計および製造されています。ヘフリー社における長年の高電圧試験装置に関する経験が製品に込められています。

インパルス試験システムの設計および製造段階において、80年以上に及ぶ経験をフルに活かし、信頼のある製品および満足の得られるサービスを実現します。

### 安全

試験システム、特にコントロール・システムはVDE 0104規格 (Erection and operation of electrical test equipment) に適合しています。

試験時に事故が起こったときでも、作業者は各種安全装置により安全が確保されます。接地抵抗を介してコンデンサエネルギーを放電させる接地スイッチのほかに、金属バンドにて短絡しコンデンサの残留電荷を完全に放電させる段間接地テープが標準装備品として取り付けられています。これらの安全装置は停電が起こったときでも自動的に動作します。

最終的な試験装置の操作に関する安全確保のためには、作業者には適切な教育が必要です。

### 簡単操作

SGDAインパルス試験装置の最新のコントロール・システムにより、大変わかりやすく、柔軟な操作が可能です。

これらは100% 我々オリジナルのデザインによるもので他社の追随を許しません。

安全機能もハードウェアとは独立に、ソフトウェアにも施されています。全てのコントロール・システムのコンポーネントはEMC対策が実施されています。

### デルタ構造デザイン

ユニークなデルタ型構造 (特許取得) はモジュール・デザインで、以下の利点を提供します。

- ・容易で安全な組立/解体が可能
- ・ユーザーの要求に応じたアップグレードを可能にするモジュール・デザイン
- ・長寿命・高い信頼性
- ・現地試験のための簡単な取り扱い/輸送が可能



SGDAシリーズ インパルス試験システムは、その種において他の追随を許さない性能を誇ります。それはヘフリー社の長年にわたる高電圧試験業界での経験と研究の成果です。

### 外観デザイン

高電圧試験エリアは工場の製造ラインにおける重要箇所です。

製品の品質を保持するために、適切な試験設備にて製品検査を行うことは重要です。ヘフリー社製品は技術的だけではなく、デザイン、カラーリングなどの外観美的にも優れており、立会試験などの時にユーザー製品の品質イメージを引き立たせます。

コントロール・ユニット  
GC223



段間接地テープ

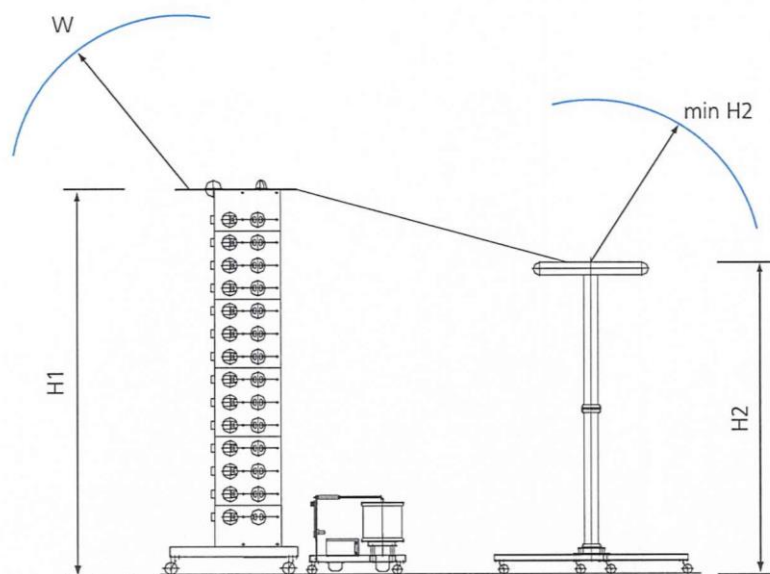


## システム仕様

### SGDAシリーズ システム・データ (5kJ/段)

インパルス電圧試験装置				雷インパルス 1.2/50		開閉インパルス 250/2500 (オフショーン)		放電 インターバル at $U_{I \max}$ t
型式	最大充電 電圧	最大 エネルギー	インパルス 静電容量	最大負荷	最大出力 電圧	最大負荷	最大出力 電圧	
	$U_{I \max}$	W	$C_s$	$C_{b \max LI}$	at $C_{b \max}$ $\pm U_{peak LI}$	$C_{b \max SI}$	at $C_{b \max}$ $\pm U_{peak SI}$	
	kV	kJ	nF	nF	kV	nF	kV	
SGDA 600-30	600	30	167	6.2	540	1.7	460	40
SGDA 700-35	700	35	143	5.6	630	1.7	535	40
SGDA 800-40	800	40	125	5.3	700	2.3	605	40
SGDA 1000-50	1000	50	100	5.7	870	1.9	695	40
SGDA 1200-60	1200	60	83	4.7	1040	1.8	790	40
SGDA 1400-70	1400	70	71	4.0	1250	3.5	1140	40
SGDA 1600-80	1600	80	62.5	3.4	1420	3.0	1300	45
SGDA 1800-90	1800	90	55.5	3.0	1600	2.7	1465	50
SGDA 2000-100	2000	100	50	2.6	1780	2.7	1630	55
SGDA 2200-110	2200	110	45.5	2.4	1950	2.5	1785	60
SGDA 2400-120	2400	120	41.7	2.1	2130	1.7	1950	65
SGDA 2600-130	2600	130	38.5	1.9	2310	1.9	2250	70

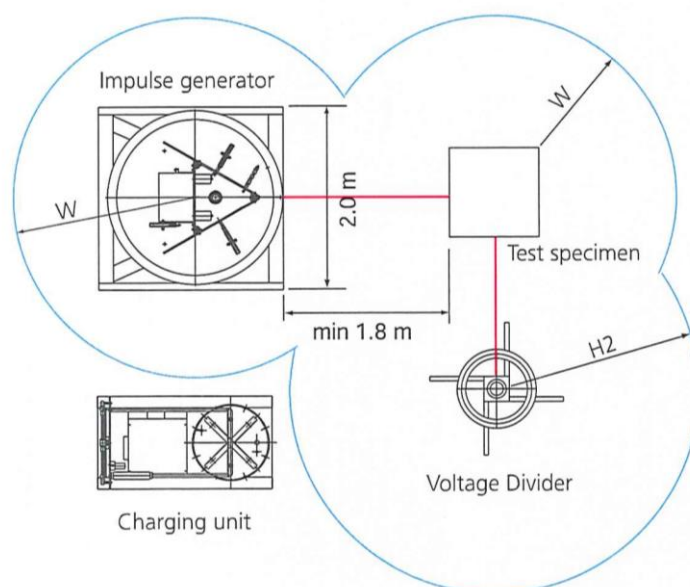
インパルス電圧試験システム SGDA1400-70  
推奨レイアウト



雷インパルス			分圧器					梱包時体積 ／質量  m <sup>3</sup> /kg
周囲物体までの 最小隔離距離 W	高さ H1	質量 kg	型式	静電容量 C pF	制動抵抗 R Ω	高さ H2 m	質量 kg	
1.2	3.4	1300	CS 600-500	500	270	2.3	110	
1.4	3.7	1375	CS 700-500	500	270	2.4	110	
1.6	4.1	1460	CS 800-670	670	230	3.6	135	
2.0	4.8	1650	CS 1000-670	670	230	3.6	135	
2.4	5.5	1850	CR 1200-700	700	180	3.7	360	
2.8	6.2	2000	CR 1400-525	525	240	5.5	450	
3.2	6.9	2200	CR 1600-525	525	240	5.5	450	
3.6	7.7	2350	CR 1800-420	420	300	6.8	620	
4.0	8.4	2500	CR 2000-420	420	300	6.8	620	
4.4	9.1	2700	CR 2200-350	350	360	7.8	670	
4.8	9.8	2850	CR 2400-350	350	360	7.8	670	
5.2	10.6	3050	CR 2600-300	300	420	8.9	750	

概略 6 m<sup>3</sup> + 1 m<sup>3</sup> / 段  
概略 本体質量の 1.5 倍

推奨レイアウト 上面図

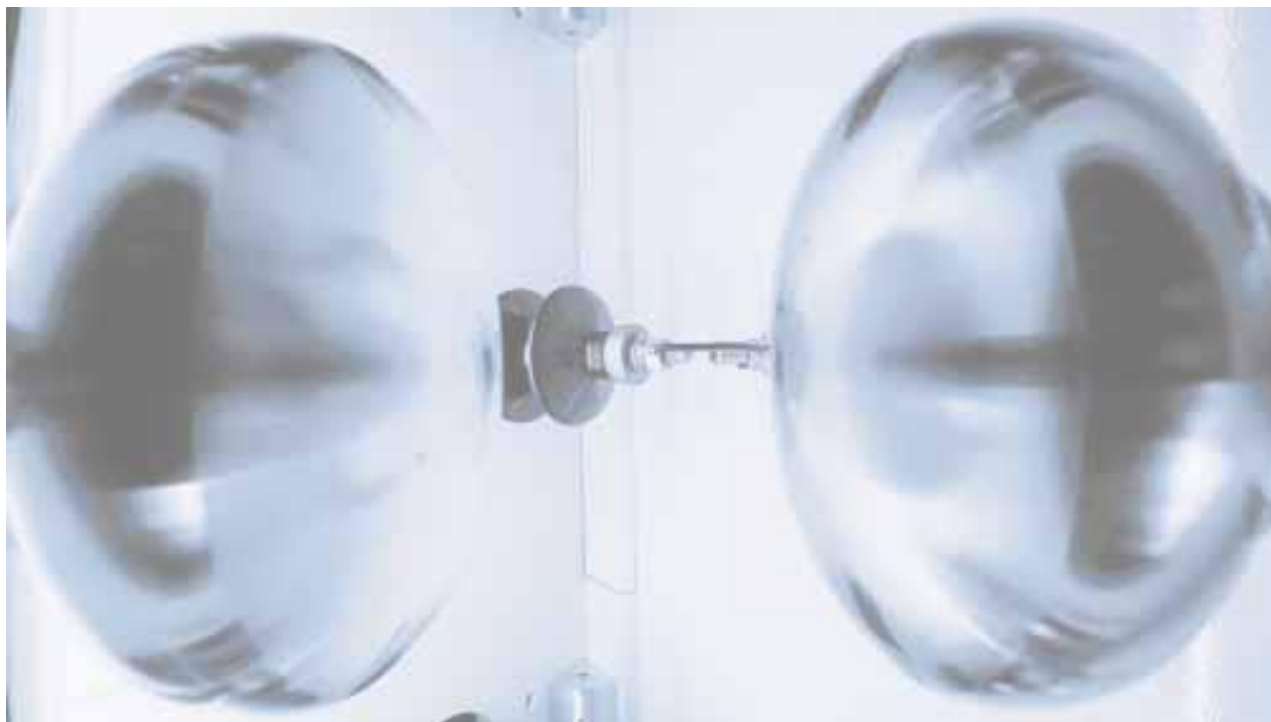


## システム仕様

### SGDAシリーズ システム・データ (10kJ/段)

インパルス電圧試験装置				雷インパルス 1.2/50		開閉インパルス 250/2500 (オフショーン)		放電 インターバル at $U_{I \max}$ t
型式	最大充電 電圧	最大 エネルギー	インパルス 静電容量	最大負荷	最大出力 電圧	最大負荷	最大出力 電圧	
	$U_{I \max}$	W	$C_s$	$C_{b \max LI}$	at $C_{b \max}$ $\pm U_{peak LI}$	$C_{b \max SI}$	at $C_{b \max}$ $\pm U_{peak SI}$	
	kV	kJ	nF	nF	kV	nF	kV	
SGDA 600-60	600	60	367	6.0	555	1.6	540	40
SGDA 700-70	700	70	286	5.4	650	1.6	635	40
SGDA 800-80	800	80	250	5.1	720	2.2	715	40
SGDA 1000-100	1000	100	200	5.5	900	1.8	825	50
SGDA 1200-120	1200	120	167	4.5	1070	1.7	930	65
SGDA 1400-140	1400	140	143	3.8	1290	2.1	1230	70
SGDA 1600-160	1600	160	125	3.3	1460	1.8	1400	85
SGDA 1800-180	1800	180	111	2.9	1650	1.8	1600	100
SGDA 2000-200	2000	200	100	2.5	1835	2.2	1780	110
SGDA 2200-220	2200	220	91	2.3	2010	1.6	1950	120
SGDA 2400-240	2400	240	83	2.0	2200	1.6	2135	130
SGDA 2600-260	2600	260	77	1.8	2380	1.7	2300	140

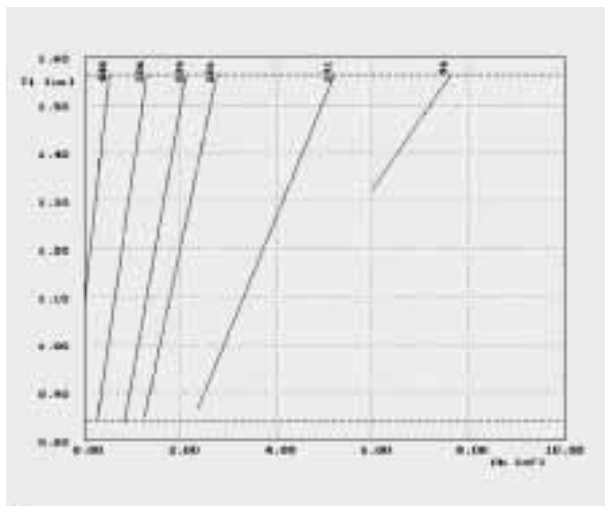
離隔距離および分圧器は5kJシステムと同じです。



## 出力電圧範囲

最小出力電圧は充電極性に関係なく10kVです。この際にはインパルス電圧試験装置は最下段の1段のみ使用し、他の段は短絡結線をしておく必要が有ります。

最大出力電圧は製品定格によりますので、前頁表の記載値を参照して下さい。発生できる最大電圧値は負荷静電容量や出力波形によって変化します。



## 周囲環境

インパルス電圧試験装置は、周囲温度3℃～45℃、相対湿度≤95%（結露なし）の条件で使用できます。

コントロール・ユニットや測定装置の使用条件は、周囲温度10℃～45℃、相対湿度35%～95%（結露なし）の範囲となっています。

輸送や保管時の周囲環境条件については、全ての機器において周囲温度-20℃～60℃、相対湿度≤95%（結露なし）の範囲となっています。

取扱説明書などの文書中に記載の電圧値は、標準条件（周囲温度20℃、気圧1013mbar、相対湿度80%）での値です。主ギャップ・スイッチの放電電圧は気象条件により変化します。

標高は海拔1000m以下で使用して下さい。これより標高の高い場所で使用される場合は、標高が1m上がるごとに、充電可能な電圧が定格から1%下がります。

## 放電インターバル

最大電圧充電時における放電インターバルは、前頁表の記載値を参照して下さい。このインターバルの値は、インパルス電圧試験装置の高圧コンデンサの最大充電エネルギー、および並列抵抗の温度上昇により制限されているものです。

充電される電圧が定格よりも小さい時、放電インターバルも短くすることが出来ます。

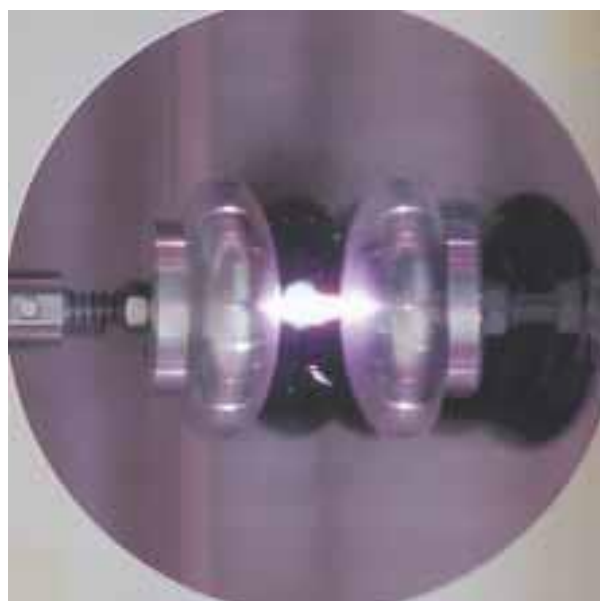
## 電磁干渉対策

インパルス試験において電磁干渉は避けられない問題です。SGDAインパルス電圧試験システムは、特に測定装置やコントロール・ユニットの適切な機能の確保のために、外部干渉の影響を低減する様にデザインされています。

高電圧分圧器からの測定信号は、100V～1600Vの範囲の高い電圧レベルで伝送されるため、外部からの重畳ノイズの影響を受けることなく、きれいな波形を観測することが出来ます。

測定ケーブルおよび制御ケーブルにはシールド・ケーブルが使用されています。入出力端子には過電圧保護素子を取り付けられています。

コンポーネント機器の接地には、低インダクタンスの幅広（150mm幅）銅板を使用し、接地電位の浮き上がりを低減します。



## インパルス電圧発生装置

### インパルス試験システムの機能

試験システムは、主に以下の機器から構成されています。

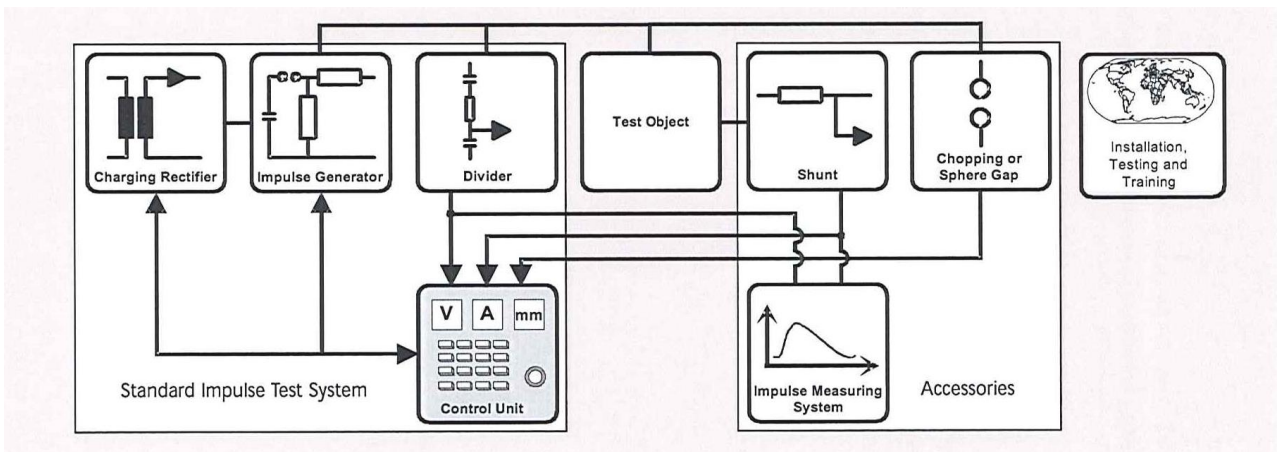
- ・インパルス電圧発生装置本体
- ・充電装置
- ・インパルス分圧器
- ・コントロール・ユニット

追加測定や追加試験用のオプションとして、以下の機器があります。

- ・電流測定用シャント抵抗
- ・裁断装置
- ・測定装置

以下のブロックダイアグラムでシステムの基本的な機能を説明しています。

### インパルス試験システム



インパルス試験システムは、コントロール・ユニットによる制御のもと、充電装置によって設定された電圧まで充電されます。インパルス電圧発生装置の全ての高圧コンデンサが、充電抵抗を介して並列に充電されます。充電電圧および充電時間はコントロール・ユニットにて設定されます。

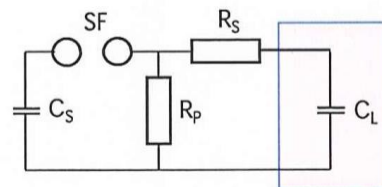
設定した充電電圧に到達すると、トリガーパルスによりインパルス電圧発生装置の最下段のトリガーギャップが始動します。引き続いて次段以降のギャップがトリガー放電を起こします。全段のギャップが放電した時、インパルス電圧発生装置の各段が直列につながり、充電電圧×段数分のインパルス電圧が発生されます。

インパルス分圧器により、出力電圧を測定装置および記録機器で測定可能な電圧レベルまで低減し、波形測定が可能になります。

### インパルス電圧発生装置

インパルス電圧発生装置本体は、インパルス試験システムの中核機器です。インパルス電圧発生装置SGDAシリーズは、段数分の高圧コンデンサ（最大充電電圧100kV）を並列に充電し、設定された充電電圧に到達すると、ギャップスイッチの放電により各段を直列に接続し、充電電圧×段数分のインパルス電圧を発生します。高圧コンデンサに対し直列および並列に接続されている抵抗により、規定の波形を形成します。

右図に1段構成のインパルス電圧発生装置の等価回路を表します。（多段のインパルス電圧発生装置も右図の等価回路で表すことが出来ます。）



- $C_S$  高圧コンデンサ
- SF ギャップスイッチ
- $R_P$  並列抵抗
- $R_S$  直列抵抗
- $C_L$  負荷試験試料



## デザイン

全てのシリーズのヘフリー社製インパルス電圧発生装置は、マルクス回路をベースに改良した主回路構成となっています。

標準仕様のSGDAシリーズ・インパルス電圧発生装置はキャスター付きの移動型、もしくは据置型となっています。オプションで重量のある大型システムでも移動を可能にする、エアークッション・ベースも提供しています。

このインパルス電圧発生装置の洗練されたデザインは、産業用（高圧ケーブル、高圧電力用変圧器など）、大学および研究開発向けのインパルス電圧試験が実施できる様に考慮されています。

### デルタ構造デザイン

ユニークなデルタ型モジュール構造により現地組立や輸送を簡単に行うことができます。頑丈なその構造は現地試験に適しています。2段もしくは3段構成のモジュールの組み合わせにより、4～26段までの任意の段構成を可能にします。下の写真で示す様に、放電主回路においてループ状に囲まれるエリアを最小にすることにより、放電主回路の残留インダクタンスを最小化しています。これにより負荷範囲の拡大、良好なトリガリング、波形の立ち上がり部の改善に貢献しています。

インパルス電圧発生装置の静電容量を上げるために、複数段の高圧コンデンサ並列に接続した並列結線、さらのこのグループを直列に接続する直並列結線を実施することが出来ます。この時のトータル充電電圧は各段の充電電圧×直列段数分 となります。この様な結線変更により、多種多様の試験要求に対応できます。

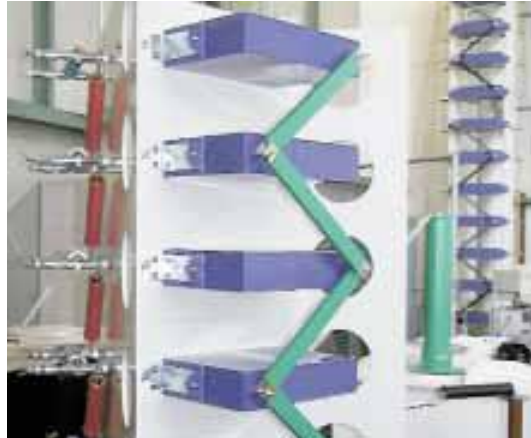


## インパルス電圧発生装置

### 高圧コンデンサ

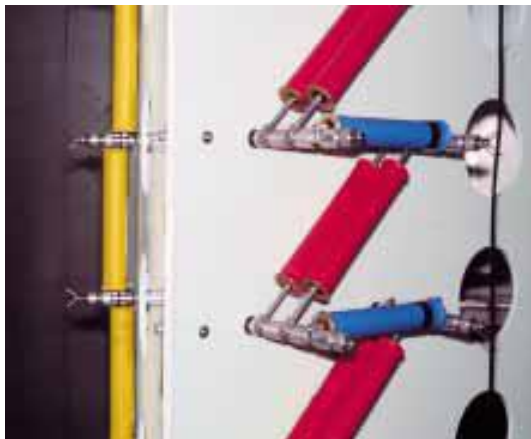
各々の高圧コンデンサは、鉄タンク内に収納されているコンデンサ素子および絶縁油（ひまし油）から成ります。タンクの壁面はフレキシブルで、膨らんだり凹んだりして外気温による絶縁油の膨張分を吸収します。ひまし油に関する長年の経験により、高圧コンデンサの長寿命が期待できます。

使用している ひまし油はP C B不含で、環境へも配慮されています。



### 抵抗

インパルス回路に組み込まれる抵抗は、絶縁筒を芯にした巻線抵抗で、機械的ダメージを防止するために熱収縮チューブで外側が保護されています。各々の抵抗は抵抗値ごとに違ったカラーリングが施されており識別が容易です。



抵抗の金具はプラグイン方式になっており、迅速かつ簡単な取り付けが可能です。1つのスロットに最大4本の直列抵抗および並列抵抗を取り付けることが可能で、抵抗の組み合わせにより様々な回路構成を実現します。2並列結線にすることによりエネルギーが大きくなり、放電インターバルを小さくすることも可能になります。

絶縁網地に巻線を縫い付けたマット構造の外部制動抵抗は、1200kV以下の定格品に付属されます。

標準仕様のSGDAシリーズ・インパルス電圧発生装置は、雷インパルス発生用の抵抗セットのみ付属しています。



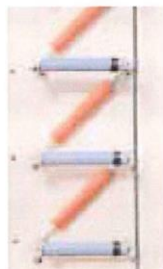
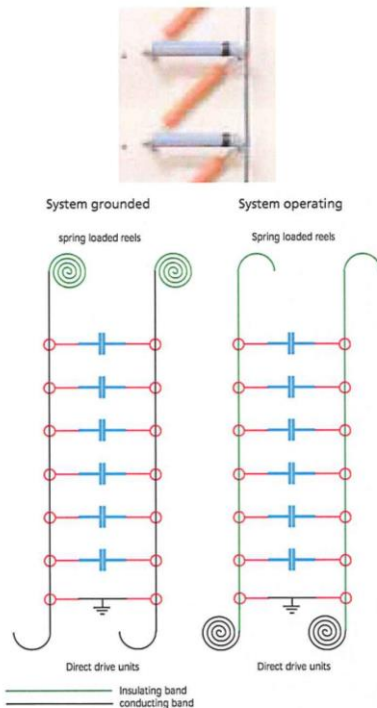
## オプション

### 段間安全接地システム

インパルス電圧発生装置のベースフレームに取り付けられた接地スイッチが、充電抵抗を介して高圧コンデンサの電荷を放電します。その後、段間接地システムが金属バンドにて高圧コンデンサを短絡し、残留電荷を完全に放電させます。

段間接地システムは、3系統のモーター駆動部およびスプリング・リールから構成されています。ギアボックスなどの複雑な部品は含まれておらず、また再調整作業の必要が無くとも信頼性のある動作を行います。安全は常に重要な問題です。ヘフリー社の段間接地システムは、停電時でも自動的に接地動作を行います。

ヘフリー社の段間接地システムは、SGDAシリーズ・インパルス電圧発生装置に標準装備されており、オペレータの安全を最適に守ります。



### 開閉インパルス発生用 抵抗セット

規格IEC60060-1およびIEEE Std.4で定義される250/2500  $\mu$ s開閉インパルス電圧を成形させるための抵抗セットです。規格IEC60076-3およびANSI/IEEE C57.12で定義される変圧器試験用の開閉インパルスを形成させる抵抗セットも製作しています。

### 並列抵抗

低インダクタンスの試験を実施する際、波尾長が短くなるのを補償するための、特殊な並列抵抗も製作しています。1段あたり2本の抵抗で構成されます。

### シャント

インパルス電流を測定するためのシャント抵抗器です。金属シリンダー、取付フランジ、同軸コネクタ接続部で構成されています。3種類のラインアップを揃えています。



### トップシールド

すべてのSGDAシリーズ・インパルス電圧発生装置には多くの用途に対応できる大型の円形プレートが標準装備されています。更なる高電圧や開閉インパルスに対応するためには、オプションのトップシールドが必要になります。

定格により様々な形状のトップシールドがデザインされ、円形プレートの上に取り付けられます。

### 雨よけフード

屋外での雨よけのためにインパルス電圧発生装置および充電装置を覆うプラスチック生地フードです。インパルス電圧試験装置の運転時には、上方に巻き上げる必要が有ります。

## オーバーシュート補償回路（オプション）

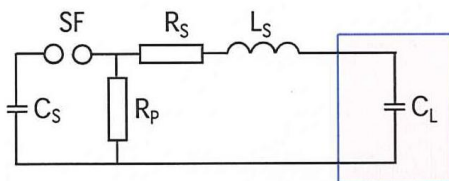
### アプリケーション

へフリー社にて特許を取得しているオーバーシュート補償回路は、大きな静電容量負荷、小さなインダクタンス負荷での雷インパルス試験、および急峻な立ち上がり波形を必要とする試験に使用されます。オーバーシュート補償回路は以下に述べる機器の絶縁試験に有用です。

1. 配電用および電力用変圧器  
(大容量/低インダクタンス)
2. モーター/回転機 (急峻立ち上がり波形)
3. スイッチギア/ガス絶縁スイッチギア (大容量)
4. ブッシング (大容量)

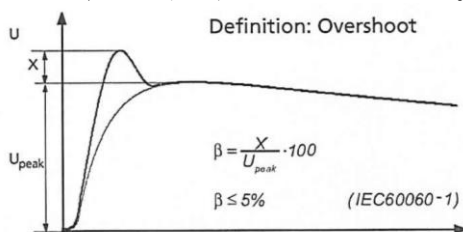
### オーバーシュート

実際のインパルス試験回路には、等価回路とは違い残留インダクタンスや浮遊容量が存在します。



- Cs 高圧コンデンサ
- SF ギャップスイッチ
- Rp 並列抵抗
- Rs 直列抵抗
- Ls 残留インダクタンス
- CL 試験試料、分圧器、裁断装置など

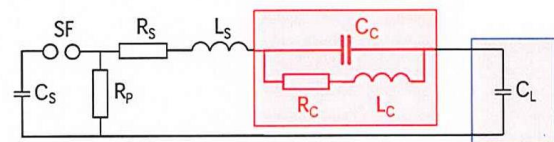
これらの存在は実際に試験をする上で重要な要素になります。レベルが大きくなりますとインパルス波形にオーバーシュートが起こります。規格 IEC60060-1 では電圧ピーク値に対し5%までのオーバーシュートが許容されていますが、これを超える波形での製品試験は認められていません。



オーバーシュートの原因となる試験回路の残留インダクタンスは、配線や機器の寸法・形状で決まるため、簡単には低減することが出来ません。しかし、へフリー社にて特許を取得しているオーバーシュート補償回路を使用することにより、この問題を解決できます。

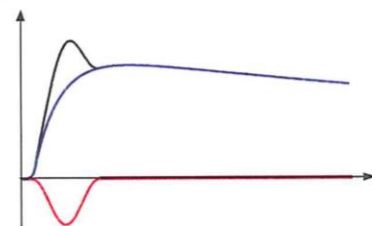
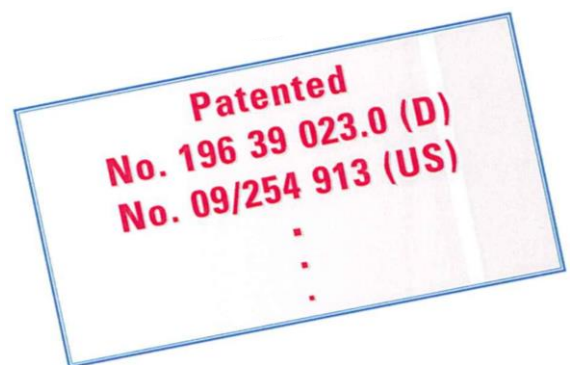
### オーバーシュート補償

オーバーシュート補償回路は、補償コンデンサCc、補償抵抗Rc（インダクタンスLc付き）から構成されます。これらの回路は、試験試料CLと組み合わせてロー・パス・フィルタ（下記図参照）を形成します。オーバーシュート部を含む高周波成分が、このロー・パス・フィルタにより低減されますが、雷インパルス波形部分は影響を受けません。結果として負荷試料にオーバーシュートが低減されたインパルス波形を印加することができ、規格の要求を満足する試験を可能にします。



- Cs 高圧コンデンサ
- SF ギャップスイッチ
- Rp 並列抵抗
- Rs 直列抵抗
- Ls 残留インダクタンス
- Rc, Cc, Lc オーバーシュート補償回路
- CL 試験試料、分圧器、裁断装置など

下図にオーバーシュート補償回路無しの場合の出力電圧波形（黒色カーブ）、オーバーシュート補償回路両端の電圧波形（赤色カーブ）およびオーバーシュート補償回路有りの場合の出力電圧波形（青色カーブ）を示します。オーバーシュート補償回路を入れることにより出力波形が規定裕度内に収まっています。



## グラニンガー回路（オプション）



外部オーバーシュート補償回路

### オーバーシュート補償回路の利点

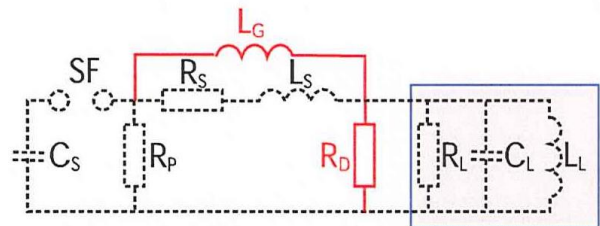
1. 静電容量負荷範囲を拡大することが可能
2. インダクタンス負荷範囲を拡大することが可能
3. 標準インパルス出力波形のオーバーシュートを低減することが可能
4. 急峻波インパルス出力波形のオーバーシュートを低減することが可能
5. 既存の設備に組み込んで追加することが可能

### デザイン

既存のSGDAシリーズ・インパルス電圧発生装置に追加することは勿論、ヘフリー社製以外のインパルス電圧試験装置にも適用することも可能です。

### グラニンガー

グラニンガー回路（下図参照）は、変圧器の低圧巻線などの低インダクタンス負荷を試験する場合に使用され、波尾長が小さくなる問題を解決します。グラニンガー回路は、インパルス電圧試験装置の負荷インダクタンスの最小範囲を広げる利点があります。グラニンガー・インダクタンス ( $L_G$ ) は、インパルス試験回路の直列抵抗 ( $R_s$ ) と、並列に接続します。このインダクタンスは、インパルス波形の立ち上がり時においては高インピーダンスの状態になり、波頭に影響はしません。波頭長は直列抵抗のみにより決まります。波尾部におけるゆっくりとした立ち下り時において、インピーダンスは小さくなり、直列抵抗との並列接続回路において支配的になります。高圧コンデンサ ( $C_s$ )、グラニンガー・インダクタンス ( $L_G$ )、負荷試料インダクタンス ( $L_L$ ) による直列共振回路のダンピングが小さくなり、結果として波尾長を大きくします。



- $C_s$  高圧コンデンサ
- SF ギャップスイッチ
- $R_p$  並列抵抗
- $R_s$  直列抵抗
- $L_s$  残留インダクタンス
- $L_G$  グラニンガー・インダクタンス
- $R_D$  制動抵抗 ( $L_s < 10 \cdot L_G$  の場合に必要)
- $R_L, C_L, L_L$  試験試料、分圧器、裁断装置など

## 充電装置 LGR100

充電装置 LGR100 は、インパルス電圧試験装置の高圧コンデンサを最大100kVまで充電するための装置です。

インパルス電圧発生装置の付近に設置し、付属のアルミパイプ導体にて高圧接続します。高圧トランスは油絶縁もしくはモールドタイプで、高圧ダイオードおよび電測抵抗は気中絶縁タイプです。

充電装置はキャスター付きで移動が可能です。

標準仕様の充電装置は2種類あり 型式LGR100-20は、定格電圧100kV、定格電流20mA、型式LGR100-40は、定格電圧100kV、定格電流40mAです。電圧1200kV以上の定格品には型式LGR100-40を使用されることを推奨します。

LGR100の主な特徴は

- ・コンパクト・デザイン
- ・短絡保護用抵抗付属
- ・自動極性切替装置（オプション）



LGR100-20



LGR100-40

	LGR100-20	LGR100-40
定格電圧 $U_n$ 、両極性	100kV	100kV
定格電流、連続	20mA	40mA
回路方式	倍電圧回路	単相半波整流
自動極性の切替時間	約30秒	約30秒
試験電圧、5分、両極性	110kV	110kV
使用温度	0°C～+45°C	0°C～+45°C
電測抵抗	100kV、約200M $\Omega$	100kV、約200M $\Omega$
電源電圧、3P+N	3相400V、50/60Hz	3相400V、50/60Hz
消費電力	4W	10W
入力容量	10kVA	22kVA
質量 正味	165kg	540kg
梱包時	240kg	700kg
梱包体積	1.5m <sup>3</sup>	2.5m <sup>3</sup>

## 分圧器

### CS/CR — 制動抵抗付き容量性インパルス分圧器

制動抵抗付き容量性インパルス分圧器は、全波および波尾裁断雷インパルス波形、開閉インパルス波形の測定のために使用されます。オプションの追加2次ユニットを取り付けることにより交流電圧を測定することも出来ます。

CSタイプおよびCRタイプの分圧器は、インパルス電圧試験装置の波形形成のためのベース・ロードとしても使用することが出来ます。

高圧ユニットは油絶縁による紙コンデンサで、FRP製シリンダー内部に納められています。CSタイプの分圧器は、外部制動抵抗がトップシールドの上に取り付けられています。

CRタイプの分圧器は、抵抗が高圧ユニット内のコンデンサ素子間に挿入されており、等間隔に分布した内部制動抵抗としての役割を果たします。定格1600kV以上の分圧器には、外部制動抵抗がトップシールドの上に取り付けられます。

#### 主な特徴

- ・ IEC60060-2 規格の要求を満足する応答特性
- ・ 安定した構造の移動型ベースフレーム
- ・ 屋内仕様および屋外仕様（オプション）にも対応
- ・ トップシールドの形状の変更も可能（オプション）



CR3200-263

## コントロール

コンパクトに洗練された卓上タイプのGC223（標準品）、および全コンピュータ・コントロールのデスクタイプGC257（オプション）の、2種類のコントロール・ユニットをラインアップしています。

SGDAシリーズ インパルス電圧発生装置用の両コントロール・ユニットは、シーケンス・プログラムを組みこむことにより、試験の自動実行を可能にします（オプション）。プログラムは、ユーザー・フレンドリーな方式で、簡単に組むことが出来ます。通常の手動による試験の実行も可能です。ヘフリー社製の測定器（例：インパルス解析システム）との通信機能もサポートされています（オプション）。これによりインパルス解析システムで取り込んだ波形をコントロール・ユニットにフィードバックして利用率を計算し、この利用率を考慮した電圧で充放電を行い目的の試験電圧を出力させる、という一連の手順を自動的に行うことが可能になります。外部コンピュータからの遠隔制御機能もサポートされています（オプション）。

コントロール・ユニットは、卓上タイプおよびデスクタイプの2種類があります。ヘフリー社のコントロール・ユニットは、工業用コンピュータ上で動作しますので、データ取り出しの際に新たに外部リンクを設置する必要はありません。

### コントロール・ユニット GC223

- ・快適かつ柔軟に操作可能
- ・ハードとは独立したソフト的な安全保護機能
- ・手動および自動での操作が可能
- ・ヘフリー社製測定器（例：インパルス解析システム HiAS743）との通信機能
- ・卓上タイプ（標準）もしくは19インチ・ラック収納タイプ（オプション）の選択が可能
- ・防塵構造
- ・RS232Cインターフェース
- ・EMC 対策実施
- ・試験の自動シーケンス・プログラム（オプション）
- ・外部コンピュータからの遠隔制御（オプション）
- ・裁断装置（ヘフリー社製）の操作（オプション）

### コントロール・ユニット GC257（オプション）

基本性能はGC223と同様ですが、GC257はカラー・モニターによるグラフィカルで、より判りやすい画面での操作が可能です。

- ・洗練されたシーケンス・プログラム
- ・ユーザー側に立って考慮されたソフトウェア
- ・VGAカラー・モニターが付属。ソフトウェアにより操作をガイド
- ・トリップレベル、システム状態、アラーム、フラッシュ・オーバー有無などの簡単に判りやすい表示
- ・デスクタイプもしくはコンソール・タイプの選択が可能
- ・気象条件（温度、気圧）の入力によるギャップ長自動補正機能
- ・プログラム（出力電圧、繰返し回数、電圧増減ステップ、極性等の設定可能）による自動運転（オプション）。プログラム・データの保存・呼び出しが可能
- ・外部コンピュータとの通信およびデータ転送用インターフェース（オプション）
- ・試験の自動シーケンス・プログラム（オプション）
- ・ヘフリー社製測定器（例：インパルス解析システム HiAS743）との通信機能（オプション）

### 安全保護機能

コントロール・ユニットは、安全インターロック用端子および外部表示灯用接点が備え付けられています。動作は安全規格VDE0104に沿っています。別置きのキー・スイッチ付きの非常停止ボックスを付属していません。この非常停止ボタンを押せば、直ちに高圧がオフし接地装置が働きます。全てのアラーム動作が起こると、コンピュータ処理を経由することなく、直ちに充電回路のサーキット・ブレーカをオフします。

### オプション

#### コントロール・デスク

コントロール・ユニットGC257は、デスクタイプもしくはコンソール・タイプから選択することが出来ます。デスクタイプでは、空きスペースにヘフリー社製デジタル測定器DMI551、インパルス校正器RIC422、インパルス解析システムHiAS743などの測定器を搭載することが出来ます。

#### GC257 インターフェース

シリアル・ポートを介して、外部コンピュータによる遠隔制御が可能です。インターフェースは光絶縁タイプのため、電磁両立性の規格IEC1000-4-2の要求を満足しています。



## 特殊仕様

### エアークッション・ベースフレーム

SGDAシリーズ インパルス電圧発生装置は、大型キャスターと頑丈なベースフレームが標準的に備え付けられています。オプションで移動用エアークッション・ベースフレームを取り付けることも可能です。

### 現地試験

ユニークなデルタ型モジュール構造(ヘフリー社にて特許取得)により、短時間で組立作業を行うことが出来ます。例えば、2000kV定格品は6式のコンデンサモジュール、ベースフレームおよびトップフレームで構成され、組立作業は以下の手順で行われます。

- ・ コンデンサモジュールを下段から積み上げていく。
- ・ 抵抗(プラグイン構造)、ギャップ駆動用連動軸を取り付ける。
- ・ 段間接地用のテープ(3系統)を取り付ける。

他のタイプのインパルス電圧発生装置に比べて組立時間を大幅に短縮できます。この様にSGDAシリーズ インパルス電圧発生装置は、ユニークなデルタ型モジュール構造により現地組立や輸送を簡単に行うことが出来ます。

### 振動インパルス電圧試験システム、SGSA-L

規格IEC 60517では、ガス絶縁スイッチ・ギア(GIS)の現地据付後に、絶縁の状態確認のために以下の試験が要求されています。

- ・ 振動雷インパルス電圧(OLI)、立ち上がり時間 最大 $15\mu\text{s}$
- ・ 振動開閉インパルス電圧(OSI)、立ち上がり時間  $150\mu\text{s}\sim 10\mu\text{s}$

SGSA-Lタイプ インパルス電圧試験装置は、以下の品により構成されています。

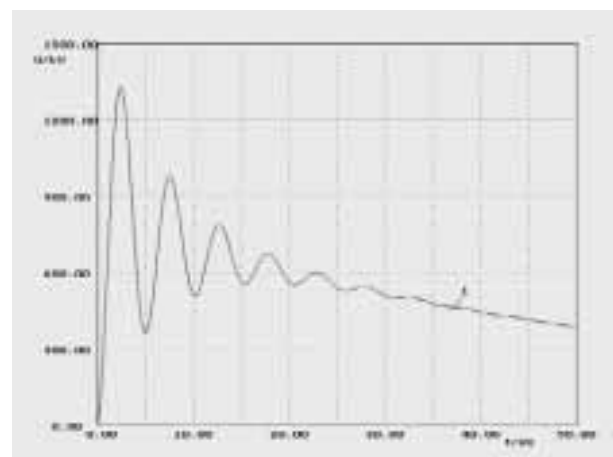
- ・ 開閉インパルス用抵抗セット
- ・ OLI発生用インダクタンス・モジュール
- ・ OSI発生用インダクタンス・モジュール

振動周波数はインパルス電圧試験装置のインダクタンスと、試験試料の静電容量により決まります。分圧器の静電容量に加えて、最低 $2\text{nF}$ の静電容量負荷の準備が必要です。

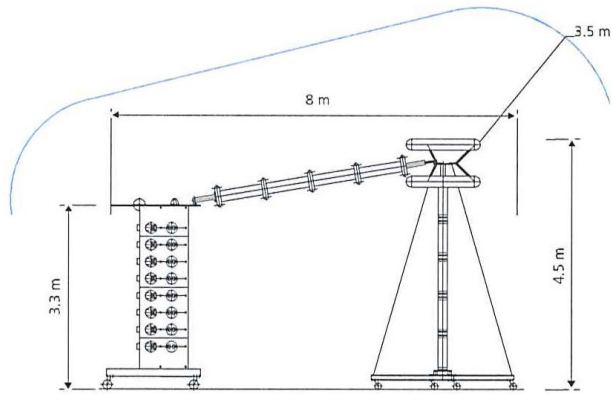
インダクタンスはモジュラー構造になっており、インパルス電圧発生装置の電圧定格に応じて構成されます。各々のモジュールは、絶縁筒にコイルが巻かれた構造となっています。インダクタンスは、インパルス電圧発生装置と分圧器の間に水平方向に取り付けられます。



振動インパルス電圧試験装置の利点は、オーバershootするため普通のインパルス電圧試験装置よりも定格電圧が小さくて済みます。(600kV定格のインパルス電圧試験装置は、約1000kVもの振動開閉インパルス電圧を発生することが出来ます。)コンデンサモジュール、ベースフレームおよびトップフレームの少ない分割構成で輸送できるため、現地でのセットアップ時間が少なく済みます。



振動インパルス電圧試験システム



インパルス 電圧発生装置  
800kV、40kJ  
SGS800-40

インダクタンス  
1500kV  
CSL1500

インパルス分圧器



インパルス電圧試験装置  
SGDA-L 1400-40  
振動開閉インパルス電圧発生用

特殊仕様 SGSA-L		振動雷インパルス電圧					振動開閉インパルス電圧					分圧器	試験エリアの寸法				
型式	負荷範囲 分圧器含まず nF	インダクタンス		ピーク電圧(kV)		立ち上がり時間 T1(μs)		インダクタンス		ピーク電圧(kV)		立ち上がり時間 T1(μs)			L	W	H
		モジュールの 数量	2nF	20nF	2nF	20nF	モジュールの 数量	2nF	20nF	2nF	20nF						
SGΔA-L-600-30	2-20	3	1000	800	5	12	3	950	750	140	350	CSL 1200	11	8	7		
SGΔA-L-800-40	2-20	4	1400	1150	5	13	4	1350	1000	150	360	CSL 1500	14	11	9		
SGΔA-L-1800-90	2-20	7	3100	2200	5	13	5	2800	1900	160	400	CR 3200	26	20	18		

インパルス電流試験

インパルス電圧発生装置をインパルス電流発生装置として使用するためには、原理的には、抵抗およびインダクタンスを異なる値のものに交換すれば実現可能です。

実際にこれを実現するためには先ず、負荷特性、最大負荷静電容量、負荷の制限電圧、要求インパルス電流波形、適用規格などの詳細仕様が必要になります。これらの情報を元に、ヘフリー社にて検討を行い実現の可否を判断します。

一般的に、IEC60060-1による雷インパルス電流波形8/20μsを発生するためのインパルス電流発生装置へのアップグレードは可能です。



## サービス（オプション）

### 技術サービス

高いレベルのカスタマー・サービスは、高電圧試験設備の取り扱いの複雑さや、顧客から得られる信頼を考慮すると不可欠なものです。

ヘフリー社においては以下に述べるサービス内容を実施しています。インパルス電圧試験装置の保証は、個別の契約条件によります。

- ・ 現地組立および現地試験エンジニアの派遣
- ・ 操作トレーニング
- ・ 修理対応期間（少なくとも10年）中の試験装置のメンテナンス
- ・ 部品保有期間（少なくとも10年）中のスペアパーツの供給

### 現地組立および現地試験

ユーザーにおいて、試験エリアおよび電源などの用益を準備し、組立作業に備えて頂きます。

インパルス電圧試験装置の保証は、現地にてヘフリー社が派遣するエンジニアにより組立および試験が完遂したと判断された時点から発生します。

ヘフリー社により、コントロール・ユニットおよび測定装置の調整が実施されます。

システム試験は、基本的に無負荷状態にて実施されます。

アクセプタンス試験は、ユーザー立ち会いのもとで実施されます。可能であれば試験試料を準備して下さい。但し、試験中に負荷試料がダメージを負った場合でも免責とさせていただきます。

標準的なアクセプタンス試験の項目は以下の通りです。

- ・ 全ての機能の試験
- ・ コントロール・ユニットの調整
- ・ インパルス試験

### 操作トレーニング

アクセプタンス試験が終了後に、ユーザーの操作担当者に対して、インパルス電圧試験装置の操作トレーニングを実施します。

ヘフリー社のエンジニアリングにより、ユーザー固有の試験装置や試験試料の事情に合わせた、現地組立から操作トレーニングまでの作業が連続して実施されます。このことは試験システムの信頼ある運転のための重要なポイントです。

### 10年のサービス対応期間

多くの試験装置の構成パーツおよび電気部品は、様々なタイプの機器に共通して使用されています。このため、メンテナンス用に多くの交換部品をストックしており、ヘフリー社は10年間のメンテナンスの対応を実施致します。保証条件については、個別の契約によります。

### 現地校正サービス

ヘフリー社の校正ラボは、スイス校正サービス (SCS Kalibrierstelle) の独立した校正試験所で、ヨーロッパの認定研究所相互間での校正認定協力に同意しております。この校正ラボは、高電圧測定システムと電気測定に関してドイツの最高国家単位管理機関であるPTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig) の認承を得ており、ISO/IEC17025の要求に適合しております。

ヘフリー社は以下の校正サービスを実施しています。

- ・ 分圧器のSCS校正
- ・ 測定装置のSCS校正
- ・ 測定系全体（測定チェーン）のSCS校正

### その他のサービス

ヘフリー社はユーザーのご要求に応じてメンテナンス作業も請け負っています。試験システムの長期間の使用が期待できます。

その他のサービスについてもお問い合わせ下さい。

## 納入範囲

### SGDA

- 1 インパルス電圧発生装置 1.2/50  $\mu$ s 以下のものを含む  
移動型ベースフレーム  
スパークギャップ  
段間設置装置
- 1 雷インパルス電圧発生用 抵抗セット
- 1 充電装置 100kV,20mA 手動極性切替タイプ  
もしくは 100kV,40mA 自動極性切替タイプ
- 1 コントロール・ユニット GC223  
2本×コントロールケーブル、長さ20m
- 1 制動抵抗付き容量性インパルス分圧器 CS\_\_\_\_ もしくは CR\_\_\_\_、移動型  
1台×低圧ユニット  
1本×測定ケーブル、長さ20m
- 1 接地棒  
長さ5m 接地線付き
- 1 接地銅板 長さ30m
- 2 取扱説明書およびテストレポート (英文)

### SADA-L SGDA納入品目に加えて

- 1 インパルス分圧器 CSL\_\_\_\_ もしくはCR\_\_\_\_ (CSの代わりに)
- 1 開閉インパルス電圧発生用 抵抗セット
- 1 OLI 用インダクタンス
- 1 OSI 用インダクタンス

### オプション

- ・標準球ギャップ KFS
- ・多段式裁断装置 MAFS
- ・開閉インパルス電圧発生用 抵抗セット SGD SW
- ・低インダクタンス試験用 追加並列抵抗セット SGD RP
- ・低インダクタンス試験用 グラニングー回路セット SGD WI
- ・バンド型終端抵抗セット SGD TERM
- ・充電装置 LGR100-40 (100kV,40mA)、LGR100-20からのグレードアップ
- ・自動極性切替装置 LGR POL (LGR100-20にのみ有効)
- ・絶縁変圧器 SGD TRANS
- ・オーバーシュート補償回路セット SGD OCI
- ・スペアパーツ・セット SGD ERS
  - － 1台×インパルスコンデンサ
  - － 1枚×各種抵抗
  - － 1個×スパークギャップ球

<製造元>



Current and voltage – our passion

ヘフリー社

(Haefely AG, スイス・バーゼル)

<お問い合わせ先>

日新パルス電子株式会社

(千葉) TEL 04-7123-0611

(京都) TEL 075-864-8912