

HIOKI

由堉宸科技代理販售，若有任何問題請洽
www.yuctech.com.tw

脈衝線圈測試儀 ST4030A

IMPULSE WINDING TESTER ST4030A

200 MHz 高速取樣

12bit 高精度波形檢測



馬達線圈檢查測試的變革

NEW

依照 IEC 規範的標準測驗

讓 PDIV, PDEV 測量效率化

只要設定開始電壓、最高電壓、電壓上昇幅度
即可自動顯示結果 (需要功能追加選件 放電檢測功能 ST9000)

透過測量上升沿時間提升可靠性

可顯示標準所規定的脈衝波形的上升沿時間

將響應波形數值化

能在裝有轉子的成品狀態下進行檢查

能發現單匝線圈短路

※ 根據測量條件。

統計各匝短路數據，
回饋給前端工程，提升品質

CE

Ver.
1.10

新功能追加

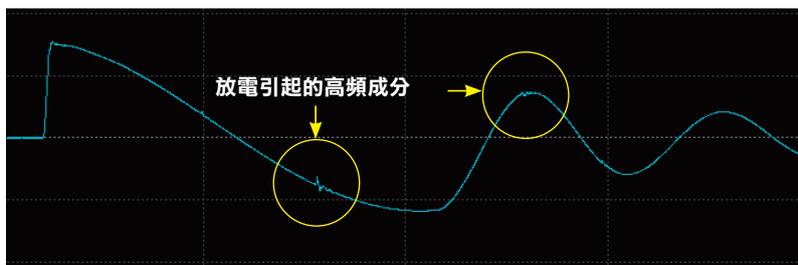
線圈測試的標準

能夠檢測到以往很難檢測到的不良現象



檢測出響應波形的細微變化

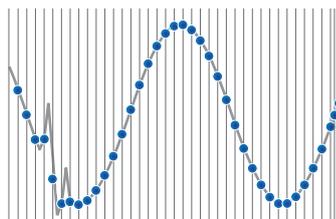
高速取樣 × 高解析度



100MHz

過往的 **難點**

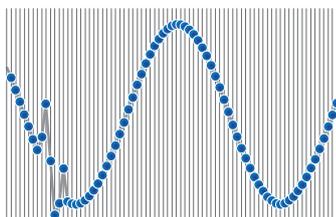
難以捕捉到瞬間的變化



200MHz

ST4030A

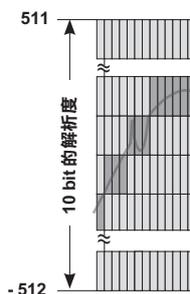
獲取更加精細的瞬間變化



高解析度

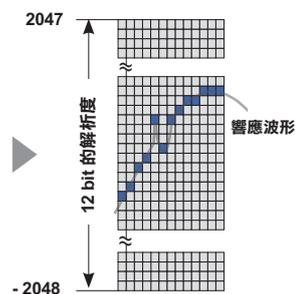
難以捕捉到合格品與不良品的差異

10 bit



可以取得更細緻的波形變化

12 bit

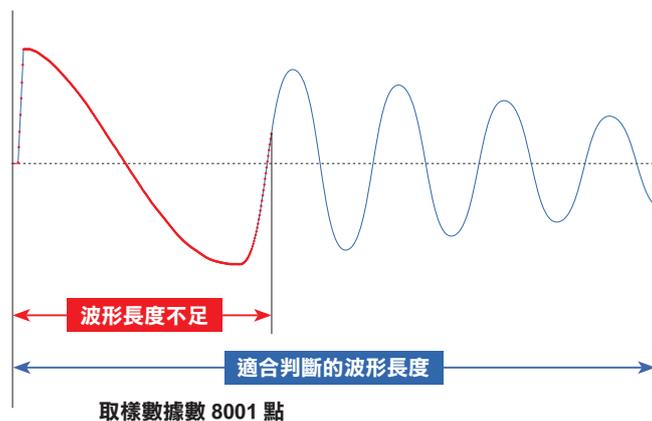




足夠用於判斷的取樣數據

不遺漏響應波形的細微變化

由於ST4030A可取得的取樣點較多，因此即使採用200 MHz取樣，也能捕捉到判斷所需的波形長度。



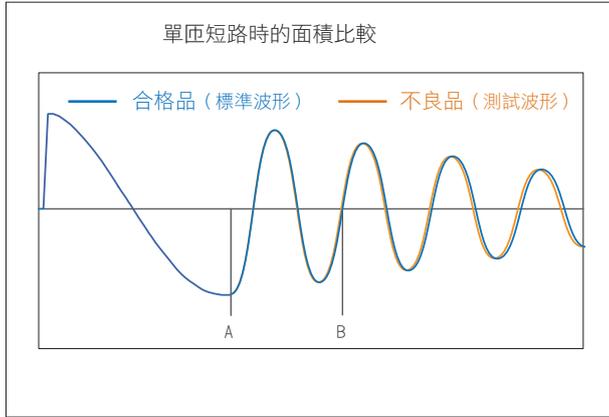
能發現單匝線圈短路

響應波形數值化

※ 使用 Toenec 公司專利

以往

以波形進行面積比較



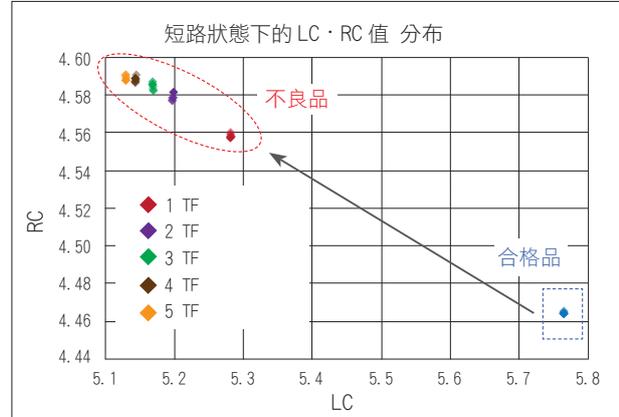
面積差若只有數%較難判定合格與否

透過計算指定的 A-B 游標區間的「標準波形」和「測試波形」的面積差，進行合格與否的判定

※1 可檢測的馬達請參考最終技術參數的「可測試電感範圍」。但是，有時候也有一定條件。具體請洽 HIOKI 業務人員，進行樣機的預約測試等確認。

新提案

響應波形數值化



合格品與不良品的分布不同

對於難以判定的波形的細微差別，
可以利用 LC · RC 值知道差異 ※1
由於可將判斷閾值明確話，因此可以進行合格與否的判斷

提升施加電壓的重現性

透過較高的重複精度檢測出不良品

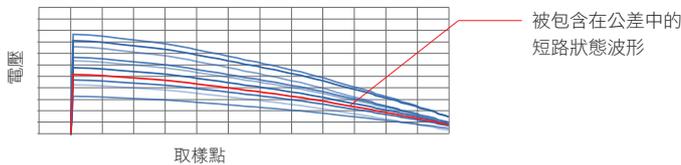
因為施加電壓的差異很小，因此能夠依靠高精度檢測出不合格的產品。

而且，因為測量同一被測物時的儀器之間的偏差很小，所以即使替換儀器也能使用標準件的數據。

施加電壓的差異示意圖

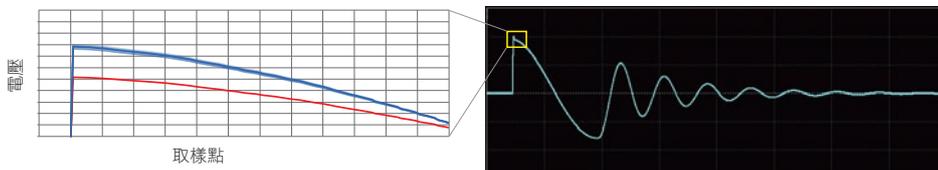
以往

因為波形存在的公差，有些短路狀態難以檢測出來。



ST4030A

波形的公差小，能高精度檢測出不良品。



利用 LC · RC 值的分布來製作合格品判定區域

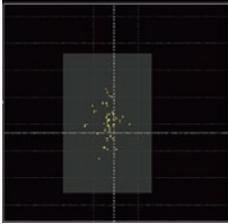
協助測試條件的設定

自動設定合格品判斷區域

為了判斷配測物是否合格，利用標準件來讀取 LC · RC 標準值。
根據讀取的 LC · RC 標準值自動製作合格品判定區域。

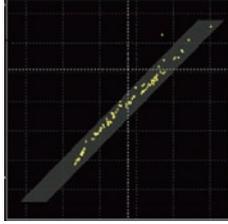
選擇兩品判定區域的形狀

HI-LO 長方形合格品判定區域



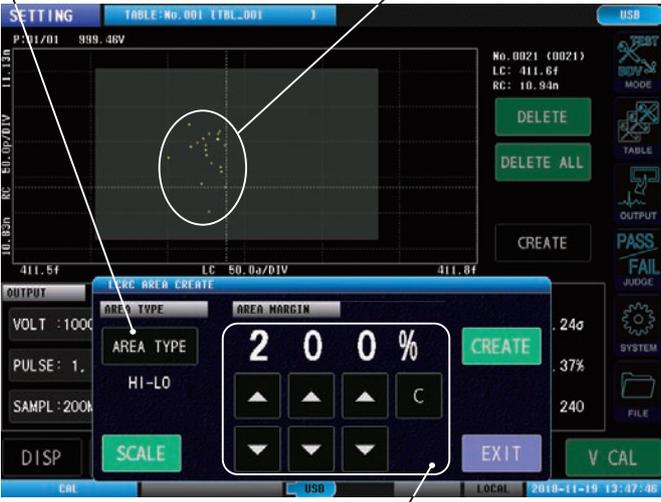
標準件的 LC · RC 值分布固定的情況

FIT 梯形合格品判定區域



裝有轉子的馬達，根據轉子位置（角度），LC · RC 值為帶狀分布的情況

讀取的 LC · RC 標準值



設定幅度（餘量）

設定自動製作合格品判定區域時的幅度（餘量）

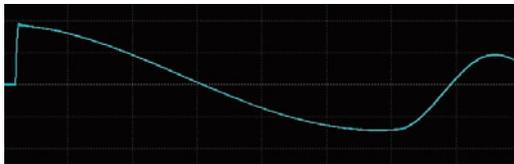
執行自動製作

製作的合格品判定區域在 LC · RC 圖形上顯示為灰色的四邊形

自動設定波形獲取範圍

根據配測物的類型不同，響應波形的振動頻率也不同。為了使 LC · RC 值運算、波形的判定功能能夠使用足夠的波形數據，會自動調節取樣頻率和取樣數數據，使波形獲取範圍最佳化。

被測物 A（振動頻率慢）



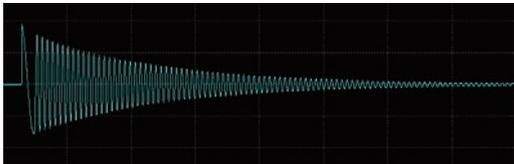
響應波形的振動頻率慢，捕捉的波形長度不夠。
需要將取樣頻率調慢。

透過自動調節獲取最適合的波形捕捉長度



波形取得範圍最佳化

被測物 B（振動頻率快）



響應波形的振動頻率快，捕捉了不需要的波形。
需要將取樣頻率條塊，或者減少取樣數據的數量。

放電檢測功能 ST9000

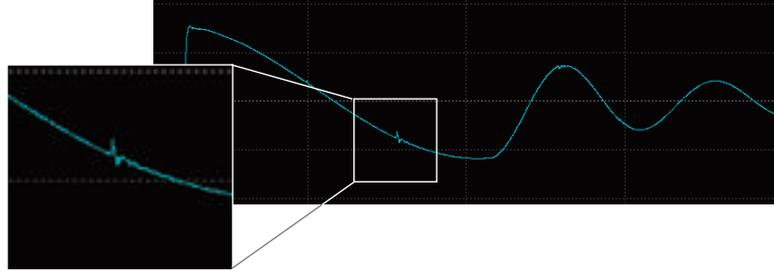
※ 與愛信 AW 有限公司 共同開發

高精度檢測輕微短路

通過檢測淹沒在噪音中的「微弱的部分放電」，發現馬達線圈間的絕緣不良（疑似短路）。

搭載 HIOKI 原創濾波器*

在響應波形中出現的高頻成分之中，去除現在波形整體的雜訊成分，僅提取部分放電成分進行判定。



高精度之波形檢測

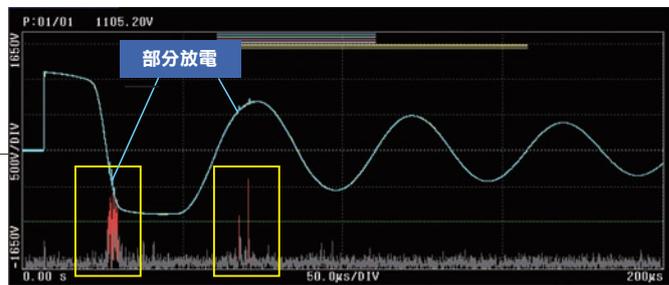
200 MHz 取樣、12 bit

分離雜訊成分

HIOKI 原創濾波器

簡單進行放電檢測

無須周邊設備（用於放電檢測的天線等）



利用 HIOKI 獨創的濾波器對高頻放電成分進行提取

NEW RPDIV 測量功能

部分放電測試自動化

適用於有搭載功能追加選件之放電檢測功能 ST9000 的主機。

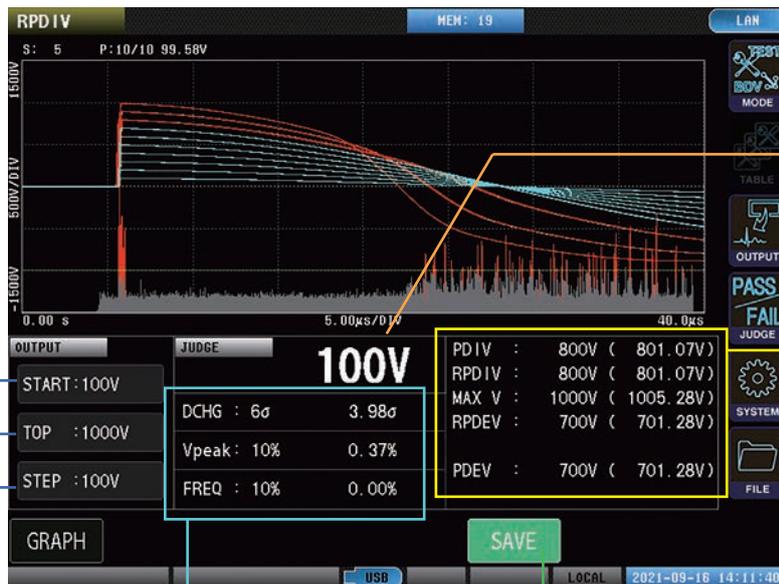
可以自動測量馬達所需通過的國際規格中規定的放電開始電壓（PDIV）、放電消滅電壓（PDEV）等部分放電測試。

依照 IEC61934 的測試步驟施加電壓的設定

START
(開始電壓)

TOP
(最高電壓)

STEP
(電壓上昇幅度)



現在施加電壓值

自動測量

只需要設定開始電壓、最高電壓、電壓上昇幅度，就可以自動的進行 RPDIV、RPDEV 的測量，並顯示各自的測量結果。

放電判定結果

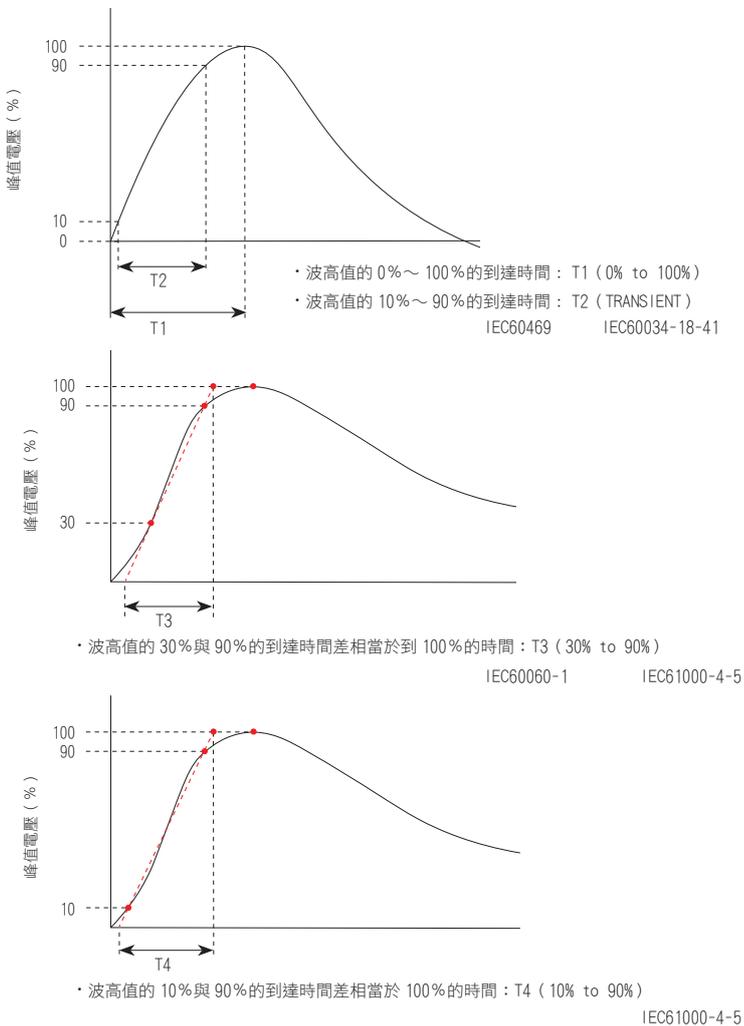
DCHG：放電量的最大偏差
Vpeak：峰值電壓值的基準到最大的偏差幅度
FREQ：振動頻率的基準到最大的偏差幅度

保存功能

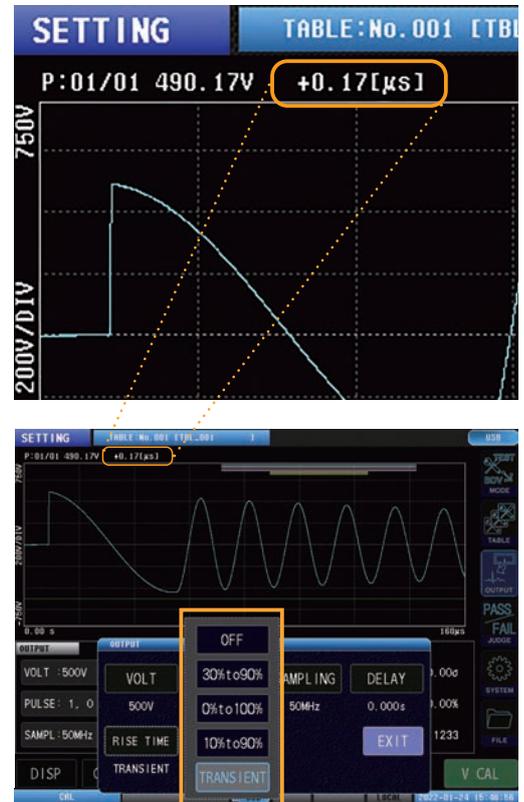
測試結果可以保存在主機的内部記憶體中。
保存的測試結果可以保存在 USB，或使用通信指令取得。

可確認依據 IEC 規格的上沿時間

脈衝波形的上升沿時間是有一定規範的。可以從 4 種類的測量模式中選擇，顯示上升沿時間並進行區確認。



上升沿時間的顯示例 (T2 選擇時)

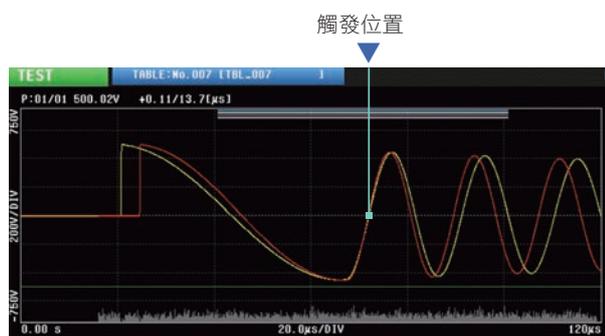


可選擇 4 種測量模式

- 0% to 100%: T1
- TRANSIENT: T2 (預設)
- 30% to 90%: T3
- 10% to 90%: T4

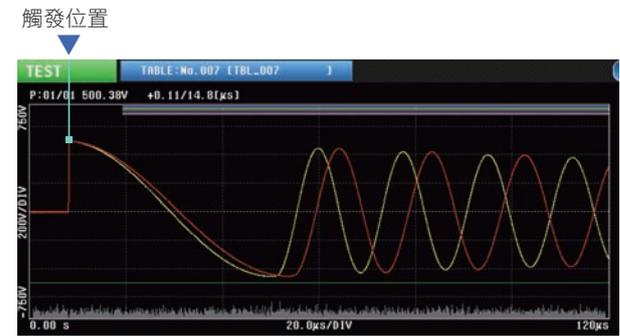
能依據目的使用不同的觸發位置進行測試

重視被測物固有特性的部分的觸發位置



最能夠顯現被測物固有的特性的第二個波形中進行觸發，並判定響應波形的範圍。

重視施加波形整體的觸發位置



結合過往使用的測試儀器，施加波形的開始點進行觸發，並能判定響應波形的範圍。

注意：本觸發位置的話，依據 LC · RC 值的判定為參考值。

絕緣破壞電壓測試 (Break Down Voltage)

測試評估被測物造成絕緣破壞的最大耐受電壓。對被測物慢慢提升施加電壓的同時進行脈衝測試，根據響應波形的LC·RC值、放電量、波形面積等對絕緣破壞電壓進行評估。

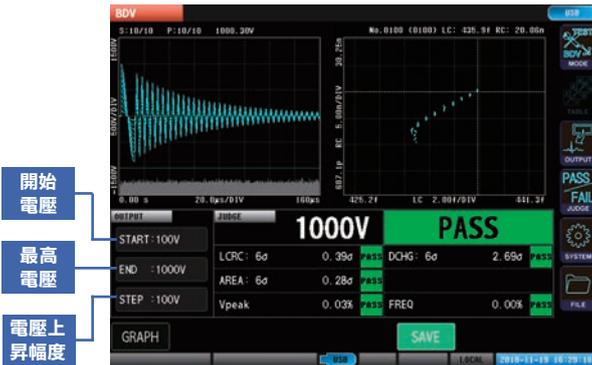
利用豐富的判定項目完成穩定的檢測

LC·RC值 放電量 波形面積比較
峰值電壓值 振動頻率

BDV的設定範圍

設定範圍：100 V~4200 V
設定解析度：10 V
步進數：無限制

PASS判定範例



各判定結果為PASS時，執行測試到最高電壓為止。

FAIL判定範例 (2000V放電FAIL)



各判定結果的任一項顯示為FAIL時，視為絕緣破壞開始，並同時結束測試。擊穿電壓波形以紅色顯示。

NEW

實現更加詳細的 BDV 值的測量

無限制步進數、開始電壓、電壓上昇幅度、最高電壓，可自由的設定。不論是怎樣的測試電壓範圍，微小的電壓上昇幅度（最小為 10 V 步進）的測試都是可以的。可以獲得詳細的 BDV 值的測量結果。

無步進數的限制 (例：91 步進)

就算設定的電壓上昇幅度很小，也沒有限制步進數，能夠測量到所設的最高電壓，能夠正確的 BDV 值。
(保存數據為 32 步進內，過大的檔案會分割保存。)

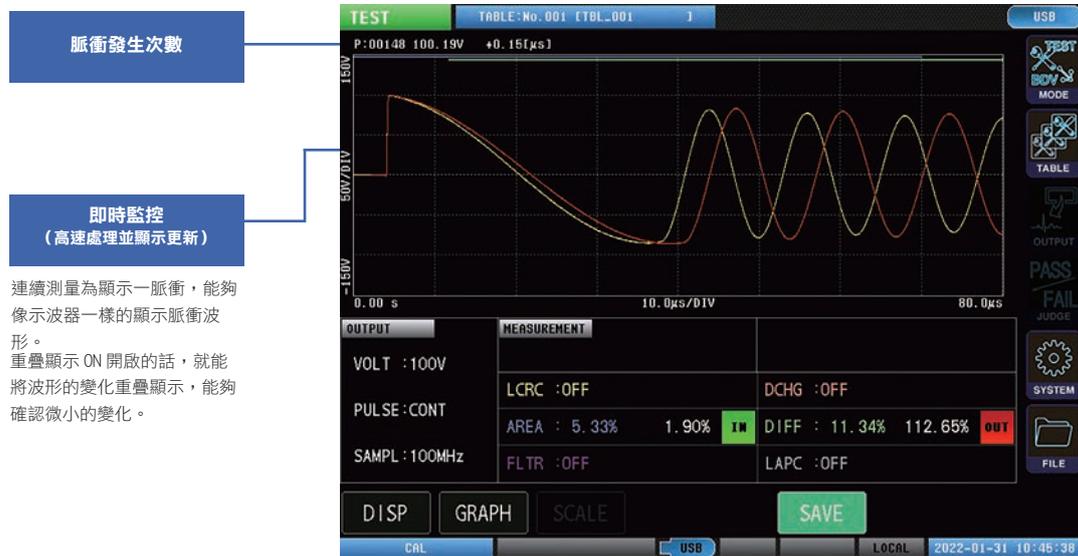


上圖為 100 V ~ 1000 V 以 10 V 步進進行測試的範例。

NEW

脈衝耐久測試與調整作業的連續作業效率化

一次的操作就能連續施加脈衝，一邊確認波形的變化一邊進行調整的作業，達到效率化。
沒有限制脈衝施加數，直到按下停止鍵為止都能依照指定的周期進行脈衝輸出。

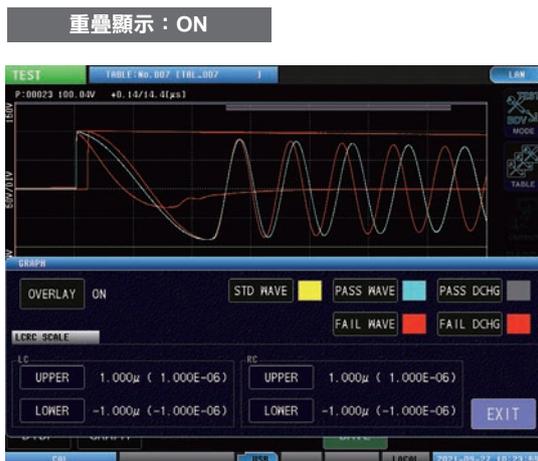


連續測量時，ST4030A 主機只會保持最後一個脈衝的測量數據。

NEW

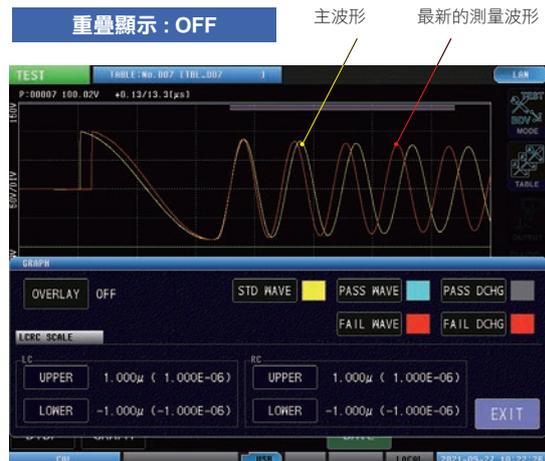
主波形與現在測量到的波形比較顯示

將重疊顯示功能 OFF 時，可以只顯示主波形與最新測得的波形，能更清楚的看到測量結果。
(想要看見波形的變化的話，可以將重疊功能開啟。)



想要將測量結果比較觀察

受到外部環境影響的波形變化，只要將重疊顯示功能 ON，就能輕鬆看見響應波形的變化，LC·RC 值的變化。



只想觀測主波形與最新的測量波形

定子組裝的作業等，對需要連續測量並比較波形的調整作業來說相當方便。

能在裝有轉子的狀態下進行測量

轉子裝在馬達定子上的狀態下，根據轉子安裝位置，轉子和定子之間的雜散電容會發生變化。由於雜散電容發生變化，脈衝測試得到的響應波形也會發生變化，因此無法適用過去的波形比較方式。

將響應波形進數值化得到的 LC · RC 值也會因為響應波形的變化而變化，但合格品和不良品的分布不同。因此，只要生成合格品和不良品的判定區域，就能在裝有轉子的成品狀態下進行脈衝測試了。

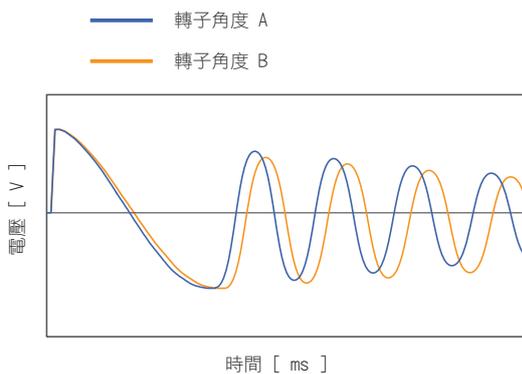


過往的波形判定

由於轉子的安裝位置與角度，響應波形各不相同，無法明確的設定判定範圍。

轉子回轉時的電壓波形變化（示意圖）

轉子角度 A 與 B 的位置造成波形變化，難以決定波形比較的標準。

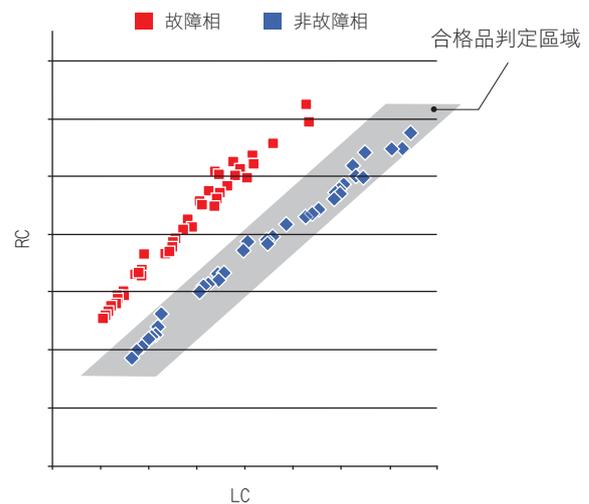


依據 LC · RC 值進行數值判定

通過使用非故障相來設置合格品判定區域，能夠在裝有轉子的成品狀態下進行脈衝測試。

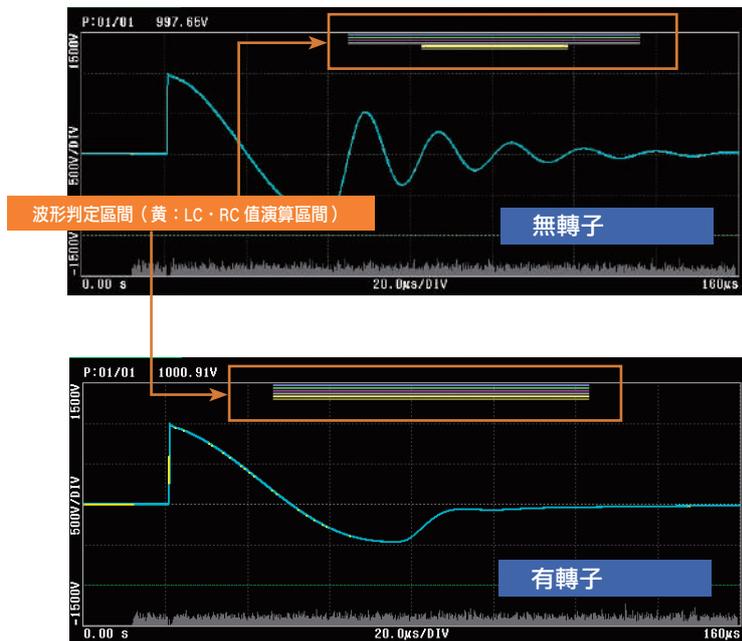
轉子回轉時（各 50 點）LC · RC 值分布

旋轉轉子對 LC · RC 值進行取樣，則相對非故障相與故障相的分布不同。



不依賴馬達的特性，實現安定測量

因轉子的損耗而造成響應波形的共振非常微弱的馬達，為了實現也能使用大區間電壓振幅來判定 ST4030A 能夠自動調整判定區間。



有轉子的場合 ST4030A 給馬達供給的電氣能源會減少，響應波形也會衰減。

響應波形的衰減

電氣能源減少的主要理由為以下兩點：

損耗

- (1) 遲滯現象損耗
因鐵芯的磁氣分子的方向改變而造成的損耗
- (2) 渦電流損
鐵芯中發生渦電流而造成的損耗

輸出

變換成讓轉子回轉的機械能源

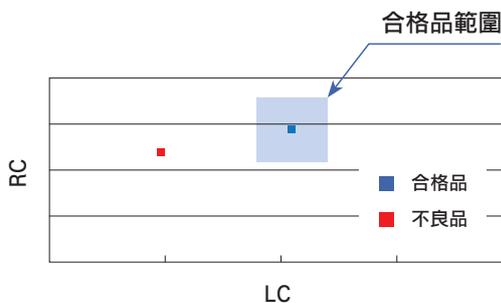
就算是衰減的響應波形，只要合格品與不良品的響應波形有差異就能夠運用在檢查上。

將數值化的測試結果回饋到前工程以提升品質

響應波形的數值化，能夠進行定量化管理

判定基準值明確化

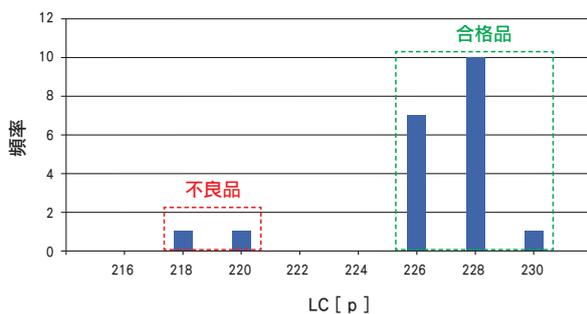
以合格品・不良品的數值數據為基礎，明確規定判定標準。能夠掌握不良品相對於合格品存在怎樣程度的差異。



將測試結果活用於製造品質管理

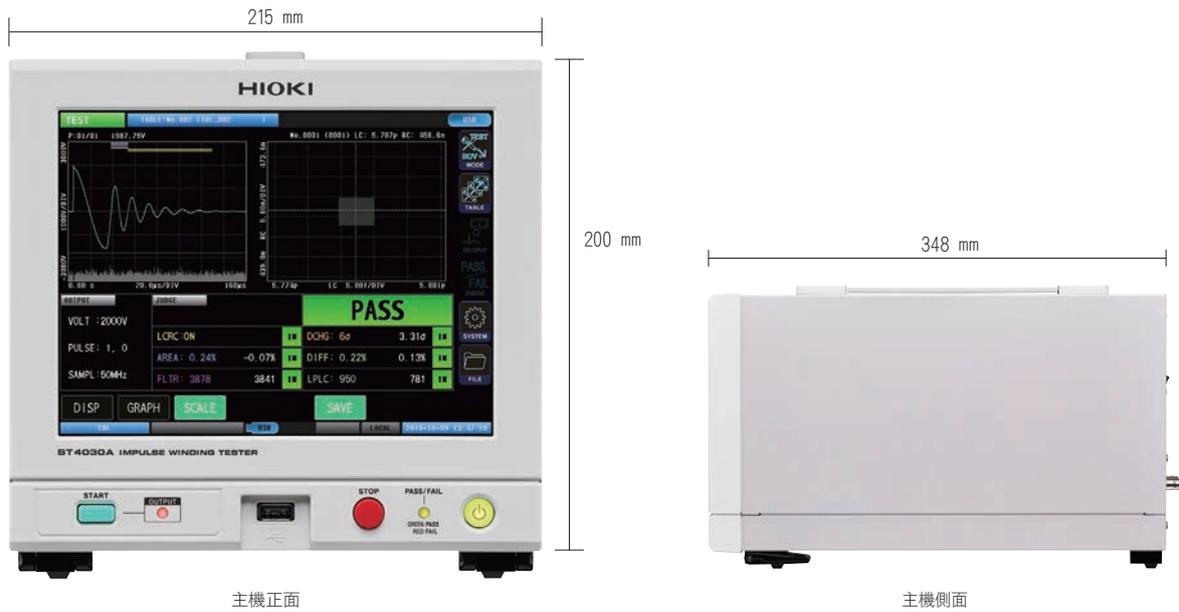
能活用於統計品質管理方法。
通過統計數據的累積，推測線圈的不良狀態。

被測量物	LC [p]	RC [μ]
1	228	4.21
2	227	4.22
3	226	4.22
4	228	4.23
5	227	4.22
6	226	4.21
7	227	4.23
8	225	4.22
9	219	6.51
17	227	4.22
18	228	4.21
19	218	6.52
20	229	4.23



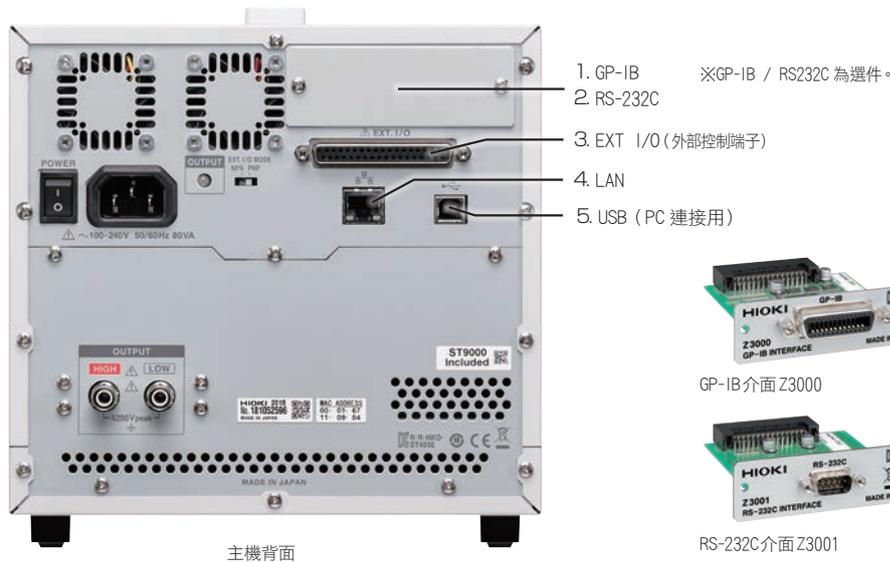
用於線圈檢查系統的組建

省空間，僅 1/2 機架尺寸



主機正面

主機側面



主機背面



GP-IB 介面 Z3000



RS-232C 介面 Z3001

用於線圈檢查系統的組建

豐富的介面

PC 介面

可從 PC 透過 USB、LAN、GP-IB、RS-232C，使用通信指令控制本儀器。

LAN

轉接頭	RJ-45 轉接頭
電氣規格	IEEE802.3
傳送方式	10BASE-T/ 100BASE-TX/ 1000BASE-T 自動判別
協議	TCP/IP

GP-IB (選件)

依據規格	IEEE-488.2
功能規格	SH1、AH1、T6、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT1、C0
設備地址	0 ~ 30

USB 裝置 (PC 連接用)

轉接頭	B 系列插頭
電氣規格	USB2.0 (Full Speed/High Speed)

RS-232C (選件)

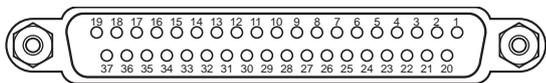
轉接頭	D-sub9Pin 公頭
通訊方式	全雙工
同步方式	異步方式
流控制	軟體 (XON/XOFF 控制)
通訊速度	9600、19200、38400、57600 bps

EXT. I/O

EXT. I/O 可以將測量結束訊號 (EOM 訊號)、判定結果訊號 (PASS/FAIL) 等輸出到外部設備, 或是從外部設備輸入 START 訊號等, 來進行測量儀器的控制。

轉接頭

使用轉接頭 (主機側)	D-SUB 37Pin
	母頭 #4-40 英寸螺絲
適合轉接頭	DC-37P-ULR (焊接型)
	DCSP-JB37PR (壓接型)
	日本航空電子工業社生產



輸入訊號

Pin	訊號名	說明
1	START	根據 START 訊號 ON 邊沿開始測試。
20	STOP	測試期間如檢測到 STOP 訊號的 ON 邊沿, 則會中止測試。
3	INTERLOCK	本器的聯鎖設定為 ON 時、INTERLOCK 訊號為 ON 解除連鎖狀態。
4~7, 22~25	TBL0 ~ 7	選擇切換保存的測試條件的組編號。

輸出訊號

Pin	訊號名	說明
29	INDEX	顯示類比計測 (脈衝施加、取樣) 結束。如果本訊號從 OFF 變成 ON, 則探棒可開路。
28	EOM	再測試結束時輸出。ERR 訊號在 EOM 訊號輸出的時間點更新。
10	ERR	發生開路錯誤、硬體錯誤等測量錯誤時出現。
18	PASS	輸出綜合判定結果 PASS。
37	FAIL	輸出綜合判定結果 FAIL。
11~13, 30~32	OUT_XXX	在各判定功能為 OUT 判定時輸出。
16, 17, 35	OUT0~2	可作為通用輸出端子使用。可通過 :IO:OUTPut 指令控制輸出訊號。

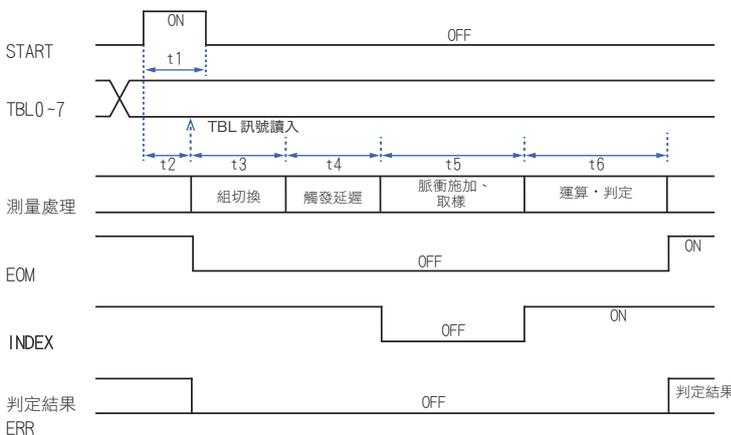
絕緣電源輸出

Pin	訊號名	NPN/PNP 按鈕設定	
		NPN	PNP
8	ISO_5V	絕緣電源 +5 V	絕緣電源 -5 V
9, 27	ISO_COM	絕緣電源公共端子	絕緣電源公共端子

電氣的規格

輸入訊號	輸入形式	光電耦合器絕緣無電壓接點輸入 (電流 Sink/Source 輸出對應)
	輸入 ON	殘留電壓 1 V 以下、輸入 ON 電流 4 mA (參考值)
	輸入 OFF	OPEN (截止電流 100 μA 以下)
輸出訊號	輸出形式	光電耦合器絕緣開漏輸出 (無極性)
	最大負載電壓	DC 30 V
	最大負載電流	50 mA/ch
	殘留電壓	1 V 以下 (負載電流 50 mA) / 0.5 V 以下 (負載電流 10 mA)
內置絕緣電源	輸出電壓	支援 Sink 輸出: +5.0 V ± 0.8 V、支援 Source 輸出: -5.0 V ± 0.8 V
	最大輸出電流	100 mA
	絕緣	浮動於保護接地電位以及測量迴路
	絕緣額定	對地電壓 DC 50 V、AC 30 V rms、AC 42.4 V peak 以下

測量時機示例



項目	內容	時間
t1	START 訊號 ON 的時間	1ms 以上
t2	觸發檢測時間	1ms (代表值)
t3	組切換時間	10ms (代表值) * 切換後的組測試電壓比切換前測試電壓下降的情況, 加上內部放電時間。
t4	觸發延遲時間	0.000s ~ 9.999s
t5	類比計測時間	50ms (設定電壓 3000 V、取樣頻率 200 MHz、1 脈衝施加時的代表值)
t6	演算・判定時間	15ms (AREA, DIFF, FLUTTER, LAPLACIAN 判定功能有效時的代表值) * 施加多個脈衝時, 為最終脈衝的各個判定演算時間。

測試時間 (參考值)

測量時間 (EOM)	EOM = (INDEX + 軟體處理時間 + 各個判定時間) × 施加脈衝數 * 消磁脈衝沒有軟體處理時間與各個判定時間 * 施加多個脈衝時, 請控制各個脈衝的施加間隔時間至少不小於脈衝施加間隔設置時間。				
類比計測時間 (INDEX)	充電、施加、取樣結束為止的時間 (代表值)				
	設定電壓	100 V	1000 V	2000 V	3000 V
	INDEX 時間	30 ms	30 ms	40 ms	50 ms
軟體處理時間	數據傳輸等的軟體處理時間 (代表值)・處理時間: 10 ms *S/s: 200 MHz, DISP: THIN				
各個判定時間	各判定功能有效時的處理時間 (代表值)				
	判定	處理時間			
	AREA ^{*1}	1ms			
	DIFF ^{*1}	1ms			
	FLTR ^{*1}	1ms			
	LAPC ^{*1}	1ms			
	LC・RC ^{*2}	100ms			
	DISCHARGE ^{*3}	75ms			

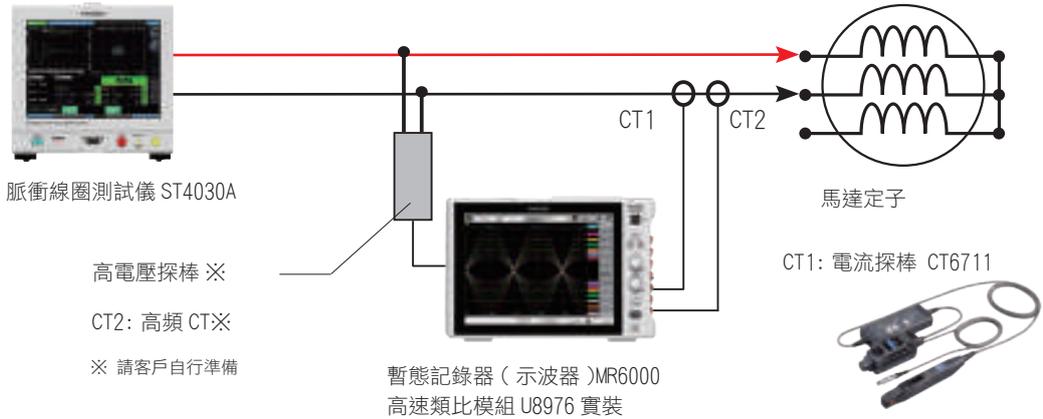
*1: 判定區間 1500 pt
*2: 演算區間 1500 pt
*3: S/s 200MHz 時、判定區間 8001 pt

相關應用

脈衝測試器與暫態記錄器 (示波器) 所使用的馬達・定子之部分放電測試

能夠依據觀測脈衝測試中的電流波形，確認馬達・定子的絕緣不良（部分放電的檢測）。

詳細可以參考
產品頁面



實測數據

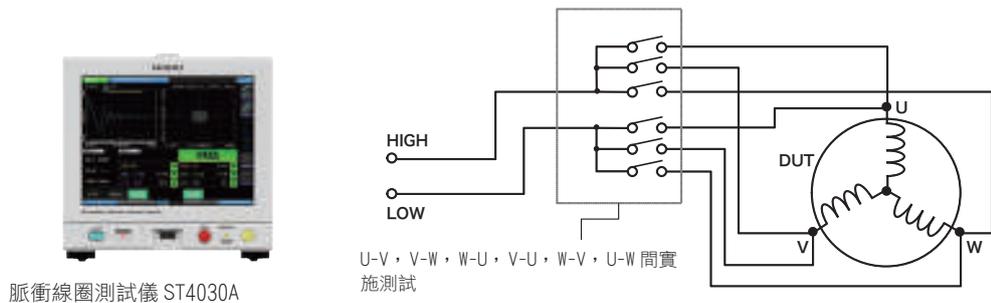
實測波形的動畫



- ・ 測試電壓 2000 Vpeak 中電流波形沒有大幅的干擾。
- ・ 測試電壓 2600 Vpeak 中觀測到波形有被大幅干擾。這就是部分放電。

高電壓繼電器使用的馬達・定子之自動脈衝測試

三相定子進行脈衝測試時會在U-V, V-W, W-U, V-U, W-V, U-W各相間進行。為了縮短測試時間縮短與提升作業效率化，若能使用繼電器切換測試迴路就能達到自動化。但是，測試電壓超過 1500 V 的情況下，一般的繼電器就會無法使用。

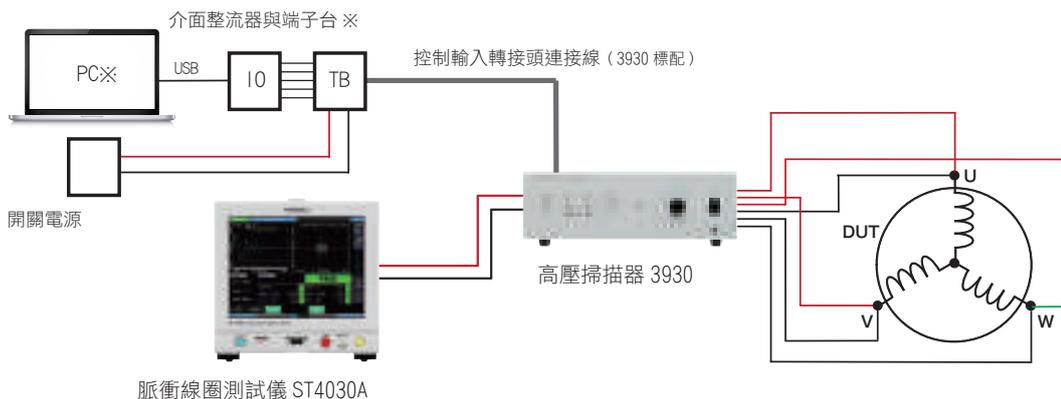


使用高壓掃描器 3930 進行測試迴路的切換，能夠實現自動化建構。

※ 請客戶自行準備



詳細可以參考
產品頁面



規格 (精度保證期間 1年)

施加電壓	100 V ~ 4200 V (設定解析度: 10 V 步進)	
可測試電感範圍	10 μ H ~ 100 mH	
取樣頻率	200 MHz / 100 MHz / 50 MHz / 20 MHz / 10 MHz	
取樣解析度	12 bit	
電壓檢測精度	[DC 精度] $\pm 5\%$ of setting, [AC 帶寬] 100 kHz: ± 1 dB 精度保證條件: 23°C \pm 5°C, 80% rh 以下	
取樣數據數	1001 ~ 8001 點 (1000 點步進)	
判定方法	在標準件與被測件施加相同的脈衝電壓, 比較各自的響應波形、LC · RC 值、放電成分量來進行合格與否的判斷	
	LC · RC 值判定	LC · RC 值判定 (LCRC AREA)
	波形判定	波形面積比較判定 (AREA) 波形面積差比較判定 (DIFF-AREA) 波形抖動檢測判定 (FLUTTER) 波形二階異數檢測判定 (LAPLACIAN)
	放電判定 (安裝 ST9000 時)	放電判定 (DISCHARGE)
絕緣破壞電壓測試模式	對被測物慢慢提升施加電壓的同時進行脈衝測試, 調查絕緣破壞電壓。絕緣破壞的判定使用波形面積判定、放電判定、LC · RC 值判定。	
放電開始電壓測試 (安裝放電檢測功能 ST9000 時)	施加電壓遵照 IEC61934 的順序進行脈衝測試, 調查放電的發生情況。	
測試條件組數	255 (測試條件設定, 判定條件設定, 全波形)	
測試時間	約 60 ms (3000V, 1 脈衝, 判定 OFF 時的參考值)	
顯示器	顯示體: 8.4 型 SVGA 彩色 TFT 液晶 (800 \times 600dot), 觸控螢幕 背景色變更功能: 4 種	
安全保護功能	按鍵鎖定, 聯鎖, 雙動作 (避免測試開始時地物操作)	

※ 最大施加能量: 約 88mJ

一般規格

使用場所	室內使用, 汙染度 2, 高度 2000 m 以下
使用溫濕度範圍	0°C ~ 40°C, 80% rh 以下 (未結露)
保存溫濕度範圍	-10°C ~ 50°C, 80% rh 以下 (未結露)
適合規格	安全性: EN 61010, EMC: EN 61326 Class A
電源	AC100 V ~ 240V, 50 Hz/60 Hz
外部介面	標準裝備: EXT. I/O, USB 主機 (儲存), USB 裝置 (通訊用), LAN 選件: RS-232C (Z3001), GP-1B (Z3000)
尺寸	約 215 W \times 200 H \times 348 D mm (不含突起物)
重量	約 6.7 kg
附件	電源線, 使用說明書, 應用光碟, 使用上的注意事項

產品名稱

脈衝線圈測試儀 ST4030A

品號 (下單編號) ST4030A

功能追加選件

放電檢測功能 ST9000

放電檢測功能 ST9000 為脈衝線圈測試儀 ST4030A 工廠出貨選件。
如有需要, 請在下單時指定。

選件

夾型測試線 L2250

最大額定電壓 AC3300 Vpeak, 連接線長 1.5 m



加工用測試線 L2252

最大額定電壓 AC4200 Vpeak, 連接線長 2 m



GP-1B 介面 Z3000



GP-1B 連接線 9151-02

連接線長: 2 m



注意: 連接線寄生成分的影響

振動波形會依據連接線長而有所變化。若想使用連接線容量值可在一定範圍內的特注品。請上 HIOKI 官網或是與業務人員聯繫。

RS-232C 介面 Z3001



RS-232C 連接線 9637

9pin - 9pin、交叉型
連接線長: 1.8 m



 資料索取、產品詢問、展示機訓練等,請透過以下方式 and 我們聯繫,我們將真誠地為您服務。



堉宸科技股份有限公司
02-2995-2696
www.yuctech.com.tw
LINE ID : @678pknts

