

界達電位、粒徑、分子量測系統

Zeta-potential & Particle Size Analyzer

ELSZ-2000 series



JIS Z 8828:2013 標準
JIS Z 8826:2009 標準
ISO 22412:2008 標準
ISO 13321:1996 標準
ISO 13099-2:2012 標準

OTSUKA TECH ELECTRONICS CO.,LTD.

高精度量測稀溶液到濃溶液粒徑與界達電位，更進一步評價固體表面、分子量

粒徑
0.6nm~10μm

界達電位
-200~200mV

分子量
360~2000×10⁴

濃度範圍：0.00001(0.1ppm)~40%
[粒徑] 乳膠 112nm:0.00001~10%、膽汁酸:~40%

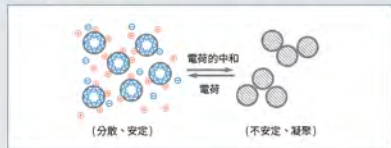


- NEW** ● 通過最新型的高感度APD提高感光度，成功的縮短了量測時間
- NEW** ● 搭載自動溫度梯度測量功能，可分析變性、相變溫度
- NEW** ● 可量測0~90°C寬闊的溫度範圍
- NEW** ● 增加了大範圍分子量測定及解析功能
 - 可量測懸濁的高濃度樣本粒徑、界達電位
 - 藉由實測 Cell內電滲流的圖示化分析，可提供高精度界達電位量測結果
 - 對應高鹽濃度溶液界達電位
- NEW** ● 對應小尺寸樣本平板界達電位量測

提供長年專業經驗 培育出的可靠數據

量測原理

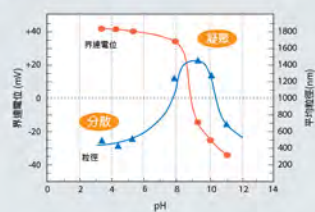
通過界達電位與粒徑評價分散安定性



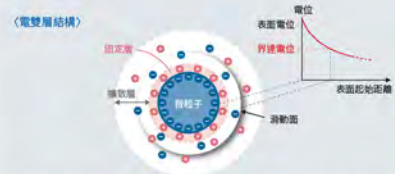
一般膠體粒子界達電位的絕對值越大，表示其電荷斥力越強，分散性會越好。反之，如界達電位接近於0時，會不安定且較容易相互凝集。可以說，界達電位的大小左右了分散安定性。

通過氧化鋁粒子的pH變化評價分散與凝集

氧化鋁粒子的pH值由酸性變為鹼性時，界達電位會由正值經過電荷為0的等電點到達負值。由此可知，在界達電位絕對值較大的pH範圍，平均粒徑會較小且分散性較好。而在等電點附近，則會相互凝集導致平均粒徑變大且不安定。

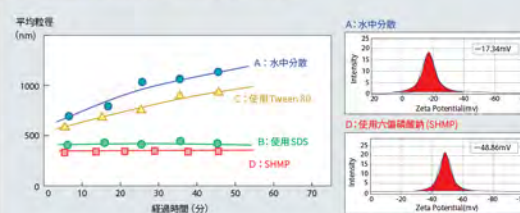


何謂界達電位



在溶液中的粒子會因為離子吸附、氧化物表面水合作用以及官能基解離等而產生帶電性質。為使其電荷中和，在粒子周圍聚集的相反電性離子而形成電雙層。而其周圍所吸附的離子層在施加電場後，會伴隨著粒子一起往電荷相反方向泳動。此時粒子與溶劑交界稱為之為流動面，而流動面上的電位即稱之為界達電位。

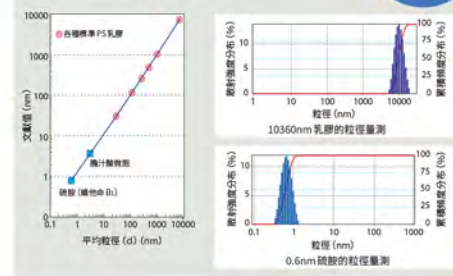
添加界面活性劑時的分散與安定性評價



在相關業界已廣泛利用界面活性劑控制分散與安定性。以氧化鋁(TiO₂)為例，在分別使用水及各種界面活性劑分散後，將粒徑與界達電位相比較可以得知其差異。使用水分散時(界達電位=-17mV)，粒子會在短時間內凝集。而使用SDS或SHMP時(界達電位=-49mV)，可長時間防止凝集，改善其分散性。

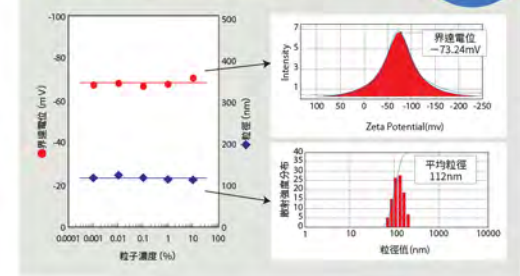
特長

標準樣本文獻值與實測值



寬闊的粒徑範圍

標準乳膠對的濃度依戀性(0.001~10%)



寬闊的濃度範圍

報告輸出

粒徑報告

界達電位報告

分子量報告

粒徑量測

量測範圍: 0.6nm~10μm

粒徑量測原理: 動態光散射法 (光子相關法)

分散在溶液中的粒子, 因其布朗運動受到粒徑大小影響, 當大粒子受到光照射時所得之散射光變化較為和緩, 而小粒子則較為劇烈。

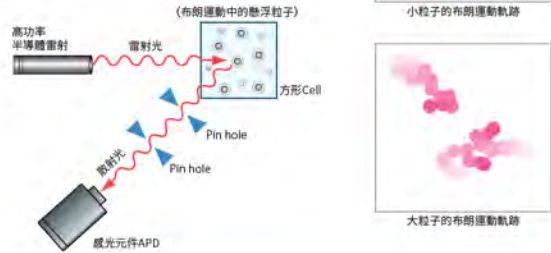
以光子相關法解析波動, 可求得粒徑及粒徑分布。

$$G_2(\tau) = 1 + a[G_1(\tau)]^2 \quad G_1(\tau) = \exp(-Dq^2\tau)$$

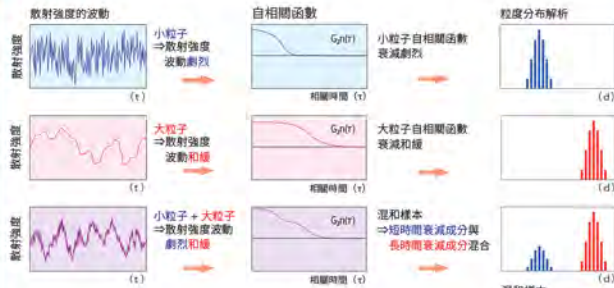
$$d = kT / 3\eta\gamma D \dots \text{Einstein-Stokes 公式}$$

$G_2(\tau), G_1(\tau)$: 二次、一次的自相關函數

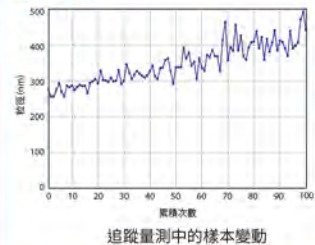
- D: 擴散係數 τ : 相關時間
- q: 散射向量 d: 流體力學的直徑
- k: 波茲曼常數 η : 溶劑黏度
- T: 絕對溫度



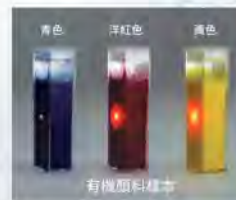
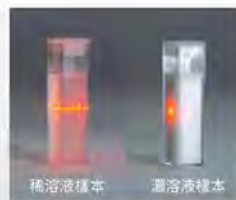
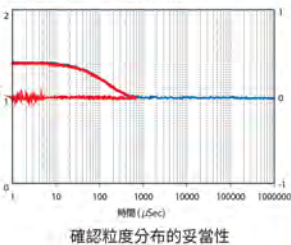
分析過程



粒徑監控功能



逆相關函數、殘差顯示功能



實測電滲流的優點與應用

【實測電滲流的優點】

量測界達電位時, 在 Cell 內的粒子除了會泳動外, 還會產生電滲流。電滲流是指在 Cell 內壁面帶有負電荷時, 溶液中的正離子會聚集於壁面附近。如施加電場時, 壁面附近的正離子會往負電極方向移動, 並在 Cell 內中央附近產生一種對流的現象。

ELSZ series 可通過實測 Cell 內所觀察到的電子遷移率來解析電滲流。由於已充分考慮到樣本因附著與沉降會導致 Cell 內髒汙, 藉以取得正確的靜止面位置, 來求取真正的界達電位與電子遷移率。(請參考下列森·岡本公式)

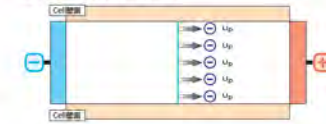
森·岡本公式

先考量電滲流再解析 Cell 內的泳動速度

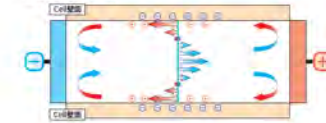
$$U_{obs}(z) = AU_0(z/b)^2 + \Delta U_0(z/b) + (1-A)U_0 + U_p$$

- z: Cell 中央位置起始的距離
- $U_{obs}(z)$: 在 Cell 中央位置 z 所觀察到的遷移率
- $A = 1 / [(2/3) - (0.420166/k)]$
- $k = a/b$: 2a 與 2b 為電泳 Cell 剖面的長寬高, 但 a > b
- U_p : 粒子真正的遷移率
- U_0 : Cell 上下壁面的平均遷移率
- ΔU_0 : Cell 上下壁面的遷移率的差值

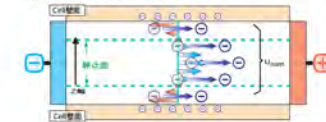
粒子的電泳 (Cell 無電荷時)



電滲流的示意圖



觀察到的電子遷移率示意圖

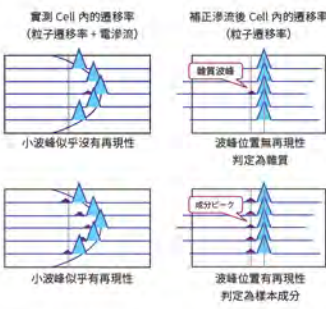
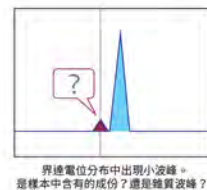


$$U_{obs}(Z) = U_p + U_{osm}(Z)$$

- $U_{obs}(Z)$: 在 Cell 位置 (Z) 被觀察到的粒子移動速度
- U_p : 粒子真實泳動速度
- U_{osm} : 在 Cell 位置 (Z) 的電滲流速度

【電滲流運用於多成分解析】

在 ELSZ series 的量測結果中, 出現主波峰以外的不明小波峰時, 可藉由電滲流在 Cell 內的多點實測數據來判定該小波峰為雜質還是樣本中所含有的成分。



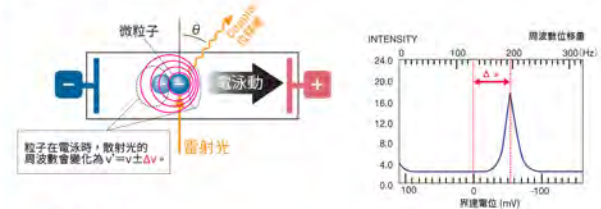
界達電位量測

電測範圍: -200mV~200mV

界達電位量測原理: 電泳光散射法 (Laser Doppler 法)

對溶液中的粒子施加電場, 帶有電荷的粒子會產生電泳動, 藉由觀測此電泳動可以求得界達電位與電泳動遷移率。

電泳光散射法將光照射泳動中粒子所得到的散射光, 通過 Doppler 位移量來求取電泳速度。亦被稱之為 Laser Doppler 法。



$$\Delta v = 2V \cdot n \cdot \sin(\theta/2) / \lambda$$

- Δv : Doppler 偏移量
- n: 溶劑折射率
- θ : 檢出角度

$$U = V / E$$

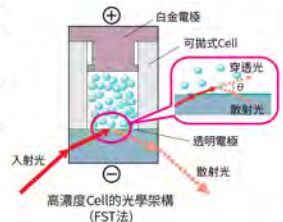
$$\zeta = 4\pi\eta U / \epsilon$$

- E: 電場
- η : 溶劑黏度
- ϵ : 溶劑導電率

真實的泳動速度 = 觀察到的泳動速度 - 電滲流速度

高濃度樣本界達電位量測原理

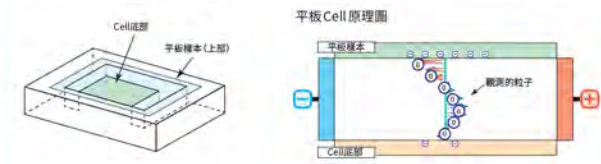
光不易穿透的高濃度樣本與有色樣本由於多重散射與吸收等影響, 以往使用 ELSZ Series 非常難以測得所需結果。而現在的 ELSZ 所搭配的標準 Cell 可大範圍的完整對應稀釋到高濃度樣本。所採用 FST 法的高濃度 Cell 更可量測高濃度領域的界達電位。



*: Electrophoretic mobility measurement of concentrated suspension using Forward Scattering through Transparent electrode

平板樣本運用於界達電位

平板 Cell 是將平板樣本緊密接觸於盒型石英 Cell 上方而形成一體的構造。藉由實測在 Cell 深度方向上每個粒子泳動遷移率, 所得到的電滲流 Profile 可分析固體介面電滲流速度, 進而求取平板樣本表面界達電位。



分子量量測

分子量量測原理：靜態光散射法

靜態光散射法可以簡便的方法量測絕對分子量而廣為所知。其量測原理為，將光照射溶液中分子，並以所得到的散射光絕對值來求取分子量。也就是利用大分子得到強散射光，小分子得到弱散射光的現象。

而實際上，光散射強度會因為濃度不同而異，實測數點不同濃度溶液的光散射強度，並代進以下公式的橫軸（濃度），縱軸則代入與散射強度 $Kc / R(\theta)$ 相等地倒數來繪製圖示。此法被稱之為 Debye 圖示法。

藉由往零濃度 ($C = 0$) 外插的倒數求取分子量 M_w ，並以此初期梯度可求得第二維里係數 A_2 。

$$\frac{Kc}{R(\theta)} = \frac{1}{M_w} + 2A_2c + \dots$$

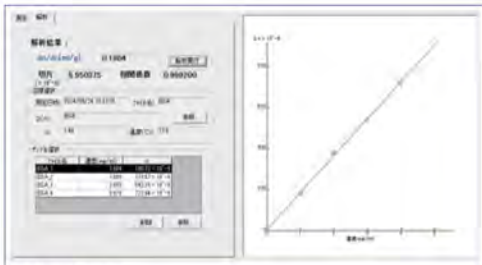
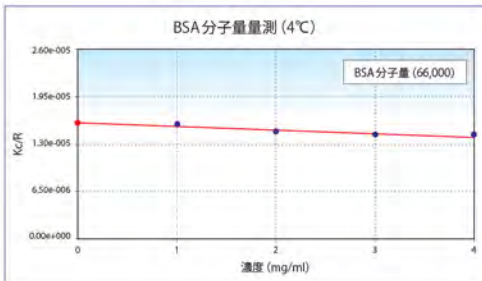
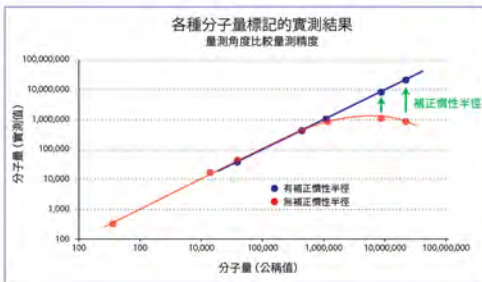
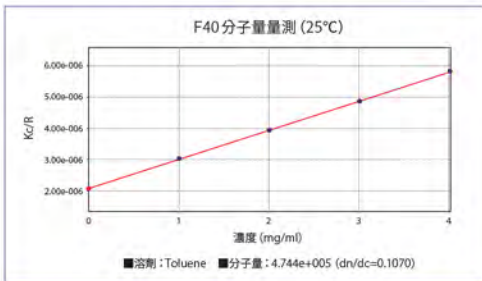
- K ：光學常數 (包含 $(dn/dc)^2$)
- c ：溶質濃度
- θ ：檢出角度
- A_2 ：第二維里係數
- dn/dc ：折光率隨濃度的增加
- $R(\theta)$ ：過多Rayleigh ratio (減少散射強度)
- M_w ：重量平均分子量

分子量較大的分子，散射強度會因角度而不同。分子量藉由量測不同散射角度 (θ) 的散射強度不但可提高量測精度，也可獲得分子擴散指標值的迴轉半徑。以固定角度進行測量時，只要輸入推測的迴轉半徑，角度會自行補正，可量測更高精度的分子量。

何謂第二維里係數

顯示溶液中分子間的排斥與吸引程度，易於觀察溶劑分子的相容性與結晶化跡象。

- A_2 為正時，代表相容性高的溶劑，分子間排斥較強，有益於穩定。
- A_2 為負時，代表相容性低的溶劑，分子間吸引較強，易產生凝聚。
- $A_2 = 0$ 時，稱之為 Theta 溶劑，溫度則稱之為 Theta 溫度。排斥與吸引處於平衡狀態，容易產生結晶化。

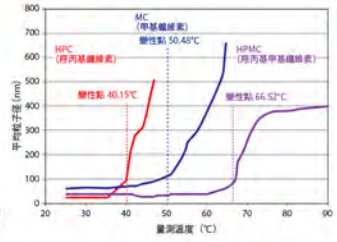
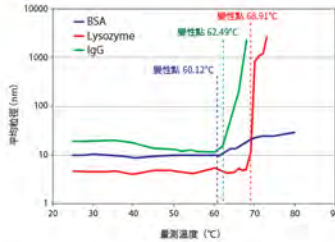


溫度梯度量測

何謂溫度梯度

具備量測粒徑與昇達電位所需連續自動控制量測溫度的功能。可簡單容易的分析蛋白質等變性與相轉變溫度。

最小0.1°C的間隔任意設定。



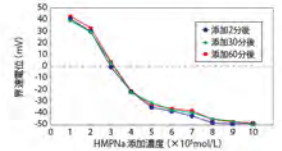
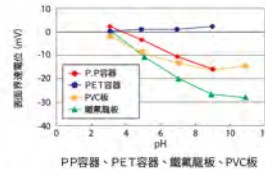
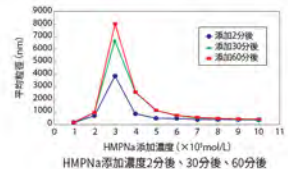
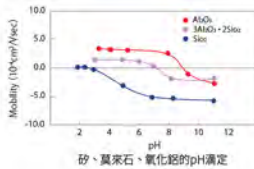
pH滴定儀量測 (選配)

pH滴定儀 (ELSZ-PT)



可自動量測 pH 值與添加劑濃度的粒徑、昇達電位變化。
可連結平板 Cell。

pH範圍	pH1 ~ 13
測定模式	測定模式・添加劑模式・循環模式
循環流速	約 10 ~ 40mL/min
測定溶液	3 種類 (酸 / 鹼 / 添加劑, 獨立注射控制)
測定分解能	0.1μL
樣本容量	約 30mL
pH電極	玻璃電極
尺寸・重量	250 (W) × 310 (D) × 290 (H) mm 約 7.5kg
電源	AC100V 50/60Hz 55VA



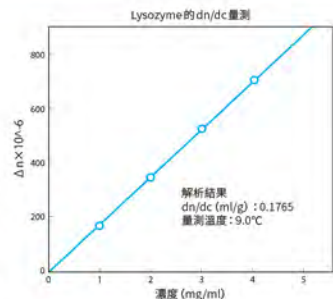
dn/dc 量測 (選配)

高感度示差折射計 (DRM-3000)



分子量測解析時不可或缺的參數 dn/dc

量測範圍	0 ~ ±4 × 10 ⁻⁶ Δn
量測波長	633nm (使用干涉濾光片)
光源	鎢燈
樣品 Cell	Flow Cell 容量 8μL
溫度範圍	10 ~ 50°C (無冷凝狀態)
	恆溫水循環方式
尺寸・重量	260 (W) × 400 (D) × 165 (H) mm 約 13kg
電源	AC100V ± 10V 150VA (MAX)



構成套件

標準Cell

粒徑·分子重量 (2000Z, 2000S)

粒徑/分子重量 Cell 套件

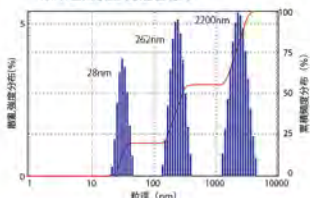
可對應市售量測粒徑、分子量的四角形 Cell 套件。

玻璃製、可拋式、微量 Cell 亦可使用於此套件。



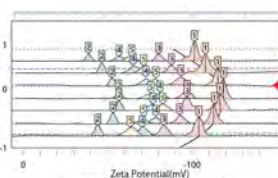
玻璃製Cell
(分子重量·粒徑用Cell)

聚苯乙烯乳膠的混合樣本



標準 Cell 套件

適用於稀釋樣本與高鹽濃度樣本的 Cell 套件。亦可對應 pH 測定儀系統與極性溶劑。藉由縮小 Cell 截面積，擴大電極面積。別說是生理食鹽水，即使是在 1000mM NaCl 的溶液中亦可量測粒子界連電位。



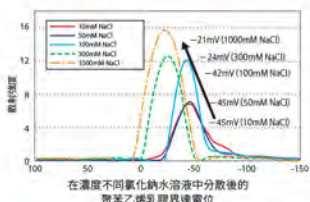
5種不同種類乳膠明顯的界連電位分布



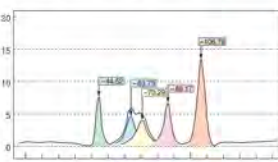
石英玻璃Cell
(四方形Cell)



圓頂型電極



在濃度不同氯化鈉水溶液中分散後的
聚苯乙烯乳膠界連電位



5種不同種類乳膠混和樣的界連電位分布

界連電位 (2000Z, 2000S)

選擇 微量可拋式Cell套件或高濃度Cell套件

微量可拋式Cell

列為標記的界連電位用微量可拋式Cell。

- 業界首例!!可實測電滲流的界連電位用微量可拋式Cell。
- 可量測微量的(130μl ~)
- 可量測鹽濃度達 100 mM 的界連電位。



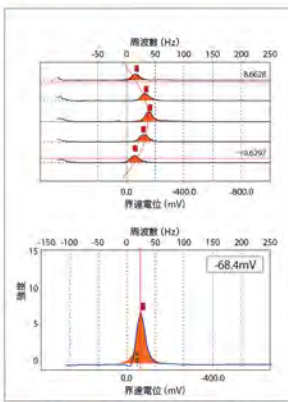
量測順序



①用吸液管吸取樣本至微量可拋式Cell



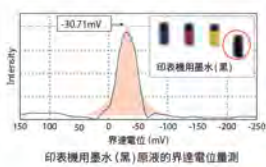
②將微量可拋式Cell安裝至主機後開始量測



高濃度 100mM 乳膠的電滲流圖示與界連電位分布

高濃度Cell套件

可對應技術專利 FST 法搭配標準 Cell 不易量測的濃稠懸浮樣本。採用相容於有機溶劑的可拋式 Cell。



印表機用墨水(黑)原液的界連電位量測

取得 FST 相關專利

選配

粒徑微量 Cell

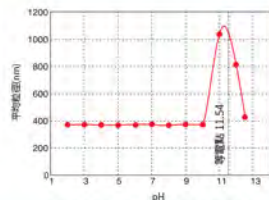
可量測最小容量 20 μ L 的微量 Cell。

另外備有單獨套蓋能防止高溫量測時樣本蒸發。



粒徑 Flow Cell

可連結 pH 滴定儀量測粒徑的 Flow Cell。



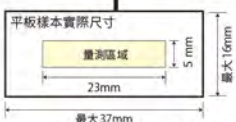
以生理會鹽水分散後的高質體粒徑對 pH 依賴性

平板用 Cell 套件

量測平面狀與薄膜狀樣本固體表面界邊電位的 Cell 套件。

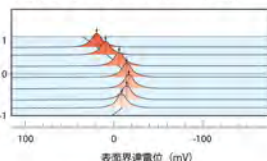
被固定在平板 Cell 單側的固體樣本與溶液間之介面，會因為電荷的依附性而在固體樣品表面產生雙電層。一旦電氣泳動時即產生電滲流。

在 Cell 內不同點位置量測明顯的電遷移率，並導入「森·岡本公式」解析電滲流，可求得固體樣本表面界邊電位。

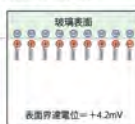
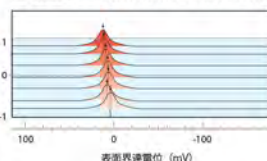


※如需要小尺寸，請洽銷售人員。

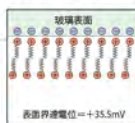
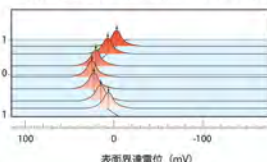
- ❶ 負電荷處理後玻璃表面電位量測結果
表面界邊電位 = -26.5mV: (10mM NaCl 溶液)



- ❷ 玻璃表面負電荷被 CTAB 正電荷中和後的狀態
表面界邊電位 = +4.2mV: (1×10^{-6} mol/l CTAB 含有 1.0 mM NaCl 溶液)



- ❸ 玻璃表面在吸附了過量的 CTAB 後呈現了帶有正電荷的狀態
表面界邊電位 = +35.5mV: (1×10^{-4} mol/l CTAB 含有 1.0 mM NaCl 溶液)



注：平板 Cell 套件適用於常溫

平板 Cell 用墊片套件

易於量測纖維狀樣本的專用套件。

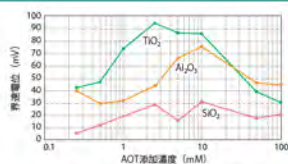
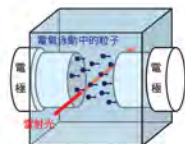


安裝範例

低導電率溶劑用 Cell 套件

對應非極性溶劑樣本界邊電位量測的 Cell 套件。

可對應 10 以下低導電率溶劑。



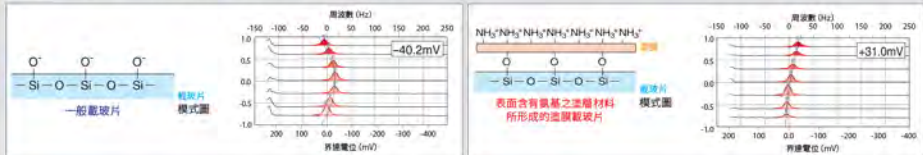
添加 AOT 後的界邊電位變化 (溶劑：環己烷)

注：低導電率 Cell 套件適用於常溫

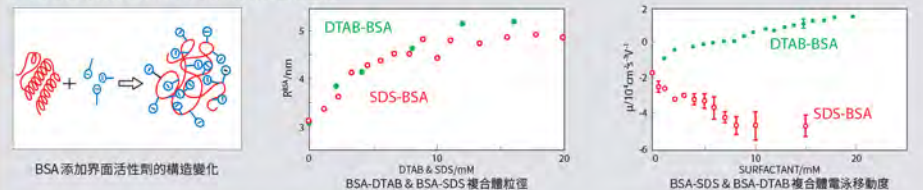
應用範例

奈米生物
醫藥領域

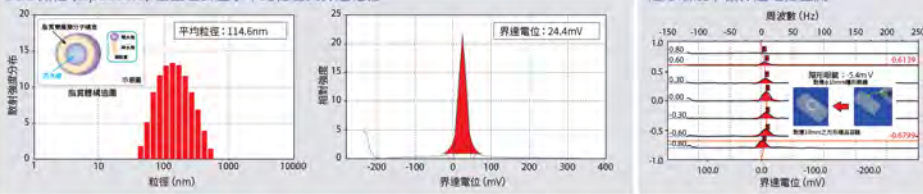
細胞培養過程中為預防剝離現象所使用之載玻片表面界邊電位



量測蛋白質吸附界面活性劑之粒徑與界邊電位變化

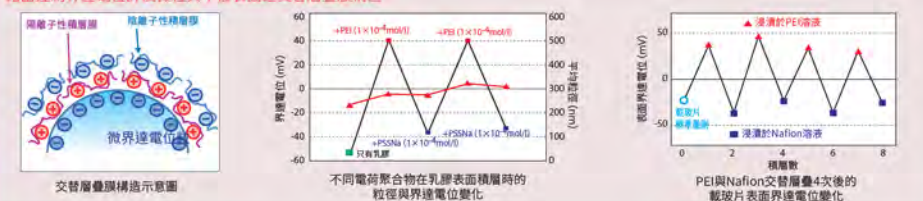


DDS 微粒 (Liposome) 在生理食鹽水中的粒徑與界邊電位

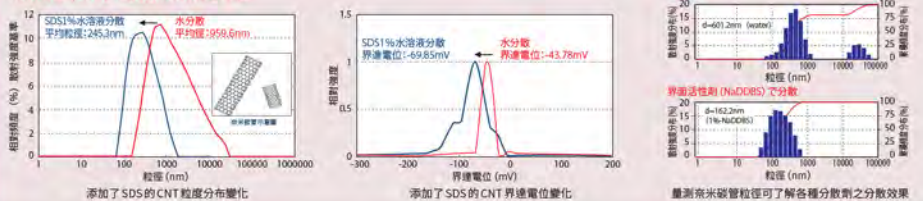


奈米材料
新機性能材料領域

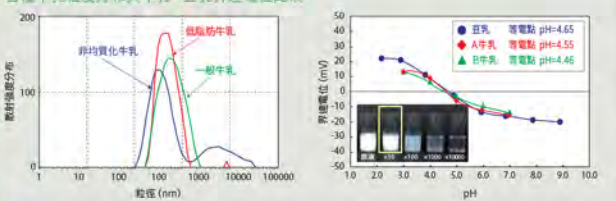
藉由控制界邊電位評價微粒與平板表面之交替層膜構造



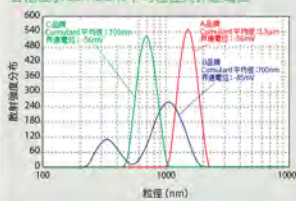
奈米碳管 (CNT) 粒徑分布與界邊電位



各種牛乳粒徑分布與牛乳·豆乳界邊電位比較

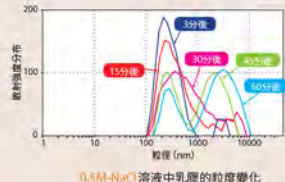
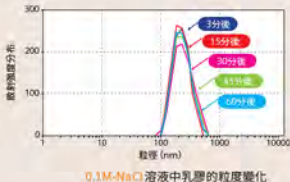
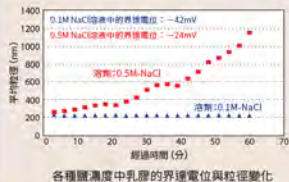


各化驗水 Cumulant 平均粒徑與界邊電位

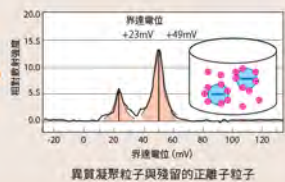
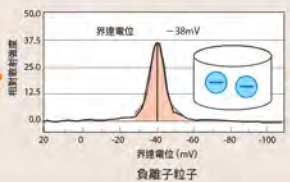
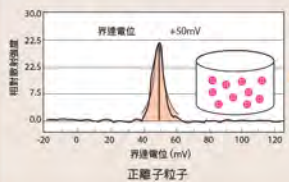


食品
化粧品領域

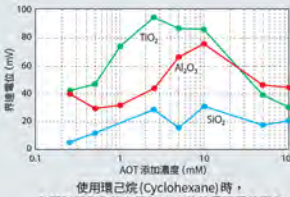
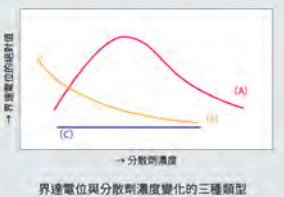
評價不同鹽濃度中膠體粒子的分散安定性



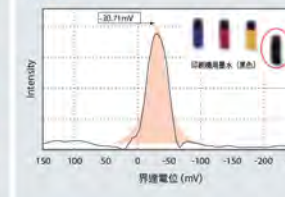
不同電性粒子混合後的異質凝絮



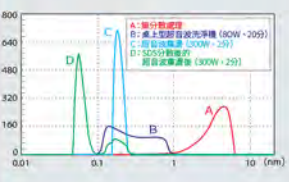
加入添加劑後的界電位變化



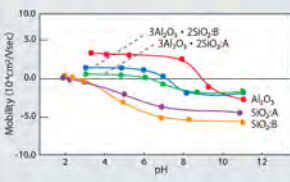
量測印刷機用墨水(黑色)原液的界電位



氧化鋁粒子的分散技術



砂、莫來石、氧化鋁的自動 pH 測定

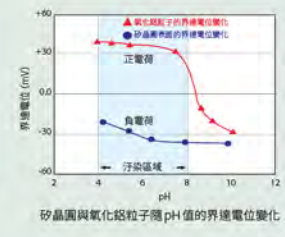
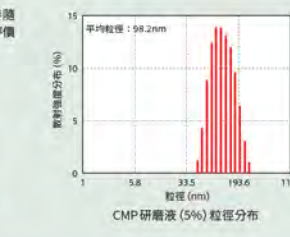
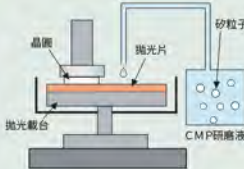


光觸媒超水性的產生過程與表面界電位的變化



應用於半導體產業的研磨與洗淨工程

CMP 製程中所使用的氧化鋁與砂等研磨粒子, 由於會伴隨 pH 等的使用狀況而改變分散狀況, 粒徑與界電位的評價就成為了不可或缺的一環。



■構成表



型 式	光子散射	動態電泳測定	分子過濾法	pH測定兼測
ELSZ-2000ZS	●	●	●	●*1
ELSZ-2000Z	—	●	—	●*1
ELSZ-2000S	●	—	●	●*1

■規格樣式

	粒徑 (ZS, S)	淨化電位 (ZS, Z)	分子量 (ZS, S)
量 測 原 理	動態光散射法 (光子計數法)	動態電泳光散射法 (Laser Doppler)	靜態光散射法
光 學 系 統	零差法光學系統	外差法光學系統	零差法光學系統
光 源		高功率半導體雷射*3	
感 光 元 件		高感度APD	
樣 品 容 器 / 容 量	矩形容器: 0.9mL ~ 微量容器: 20 μ L ~ (選配)	標準容器: 0.7mL ~ 高濃度容器: 0.6mL ~ 微量可拋式容器: 130 μ L ~ } 可選配	矩形容器: 0.9mL ~
對 應 濃 度 範 圍	0.00001 (0.1ppm) ~ 40% (乳膠112nm: 0.00001 ~ 10% 果汁糖: ~ 40%)	0.001 ~ 40% (乳膠262nm: 0.001 ~ 10% 果汁糖: ~ 40%)	—
量 測 範 圍	粒徑: 0.6nm ~ 10 μ m	界電電位: -200 ~ 200mV	分子量: 360 ~ 2000 \times 10 ⁴ **
溫 度		0 ~ 90°C (具備梯度功能)*5	
電 源		100V \pm 10%, 50/60Hz, 250VA	
尺 寸		380 (W) \times 600 (D) \times 210 (H) mm *約22kg	
電 腦 設 備		筆記型電腦 *OS: Windows 7	
軟 體	平均粒徑解析 (Cumulant法) 粒徑分布解析 (Marquardt法/NNLS法 Contin法/Unimodal法) 粒徑分布重疊 逆函數&殘差圖表 粒徑監控功能 粒徑範圍顯示 (0.1~106nm)	界電電位解析 (Smoluchowski公式 +Hückel公式) 電泳移動度解析 界電電位重疊 電滲流解析 (森&岡本公司) pH測定解析 (等電點解析)*1 平板界電電位解析*6	分子量解析 (Debye法) 第二維里係數 慣性半徑補正功能
	FDA 21CFR Part11, 具備標準操作流程 (SOP) 可選擇日語/英語操作介面		

*1: 需搭配選配附件中pH測定儀。

*2: 需搭配選配附件中pH測定儀與粒徑流動容器。

*3: 本儀器在雷射相關安全標準規範 (JIS C 6802) 中被歸類為第一級產品。

*4: 視樣品有可能需要補正慣性半徑。

*5: 使用標準玻璃容器時, 可拋式容器使用溫度為 10 ~ 50°C。

*6: 需搭配選配附件中平板樣品容器套件。

● 本公司保有價格、外觀、規格及附屬品等更新之權利。 ● 公司名稱以及商品名稱為已登錄之商標。 ● 型錄中所記載之內容未經許可不得轉載。

大塚科技股份有限公司

● 台北營業所 104 台北市中山區民生東路一段13號八樓
Tel.(02)2523-0660 Fax.(02)2523-0770

● 台南營業所 704 台南市北區西門路四段271號八樓之3
Tel.(06)251-9057 Fax.(06)251-9067

<http://www.otsuka-tw.com/>

MEMO:

15.6.1