

公告本

GEB 1680-TW

申請日期: 91.2.25

案號: 91103270

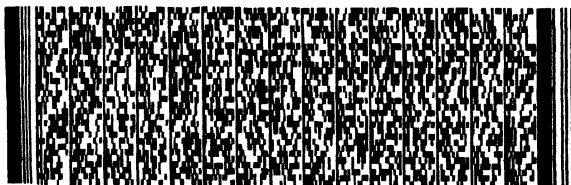
類別: B23H3/00

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

592858

一、發明名稱	中文	電解加工裝置及基板處理裝置
	英文	ELECTROLYTIC PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS
二、發明人	姓名 (中文)	1. 小畠嚴貴 2. 白樫充彦(白樫充彦)
	姓名 (英文)	1. ITSUKI KOBATA 2. MITSUHIKO SHIRAKASHI
	國籍	1. 日本 2. 日本
	住、居所	1. 日本國東京都大田區羽田旭町11番1號 荏原製作所股份有限公司內 c/o EBARA CORPORATION, 11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo, Japan 2. 日本國東京都大田區羽田旭町11番1號 荏原製作所股份有限公司內 c/o EBARA CORPORATION, 11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo, Japan
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 荏原製作所股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. EBARA CORPORATION
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本國東京都大田區羽田旭町11番1號 11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo, Japan
	代表人 姓名 (中文)	1. 依田正稔
	代表人 姓名 (英文)	1. MASATOSHI YODA



申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

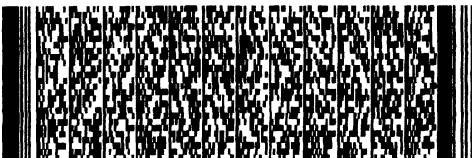
一、 發明名稱	中文	
	英文	
二、 發明人	姓名 (中文)	3. 象川正行
	姓名 (英文)	3. MASAYUKI KUMEKAWA
	國籍	3. 日本
	住、居所	3. 日本國東京都大田區羽田旭町11番1號 荏原製作所股份有限公司內 c/o EBARA CORPORATION, 11-1, Haneda Asahi-cho, Ohta-ku, Tokyo, Japan
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	
	姓名 (名稱) (英文)	
	國籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓名 (中文)	
	代表人 姓名 (英文)	



申請日期：	案號：
類別：	

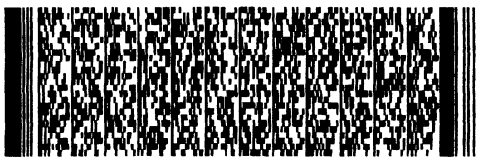
(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	4. 齊藤孝行(齊 藤孝行)
	姓 名 (英文)	4. TAKAYUKI SAITO
	國 籍	4. 日本
	住、居所	4. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd., 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		
一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	5. 當間康
	姓 名 (英文)	5. YASUSHI TOMA
	國 籍	5. 日本
	住、居所	5. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd., 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

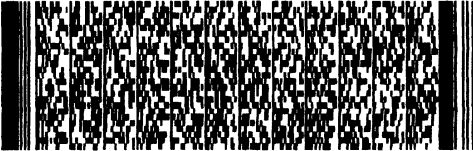
申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		
一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	6. 鈴木作
	姓 名 (英文)	6. TSUKURU SUZUKI
	國 籍	6. 日本
	住、居所	6. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd., 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書		
一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	7. 山田 薰
	姓 名 (英文)	7. KAORU YAMADA
	國 籍	7. 日本
	住、居所	7. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd., 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	
		

申請日期：	案號：
類別：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	
	英 文	
二、 發明人	姓 名 (中文)	8. 榎田裕司
	姓 名 (英文)	8. YUJI MAKITA
	國 籍	8. 日本
	住、居所	8. 日本國神奈川縣藤澤市本藤澤4丁目2番1號 荏原總合研究所股份有限公司內 c/o Ebara Research Co., Ltd., 2-1 Honfujisawa 4-chome, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, Japan
三、 申請人	姓 名 (名稱) (中文)	
	姓 名 (名稱) (英文)	
	國 籍	
	住、居所 (事務所)	
	代表人 姓 名 (中文)	
	代表人 姓 名 (英文)	



本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
日本 JP	2001/06/18	特願2001-183822	有
日本 JP	2001/08/31	特願2001-264368	有
日本 JP	2001/12/28	特願2001-401436	有

有關微生物已寄存於	寄存日期	寄存號碼
-----------	------	------

無



五、發明說明 (1)

[發明之背景]

[發明之領域]

本發明係關於一種電解加工裝置及一種設有該電解加工裝置之基板處理裝置，特別是用於處理在基板之表面之導電材料之電解加工裝置，尤其是半導體晶圓，或用以清除附著於基板之表面之雜質，以及設有該電解加工裝置之基板處理裝置。

[相關技術之說明]

近年，漸有朝向以具有低電阻(electric resistance)和高電遷移阻抗(electromigration resistance)之銅(Cu)取代鋁或鋁合金於例如半導體晶圓之基板上做為形成互連接線電路之材料之趨勢。通常以銅填入形成於基板表面之細凹槽而形成銅互連接線。已知有各種的技術用於形成這樣的銅互連接線，包括化學氣相沉積(CVD)、噴濺法、以及電鍍法。根據任何此類之技術，可大致於整個基板之表面形成銅薄膜，然後再以化學機械拋光法(CMP)清除多餘之銅。

第85A至85C圖按處理步驟依序說明形成此種具有銅互連接線的基板W。如第85A圖所示，例如氧化矽薄膜(SiO_2)或低介電常數材料薄膜之絕緣薄膜2沉積於形成在半導體基底1之電子裝置的導電層1a上。以光微影(lithography)和蝕刻技術在絕緣薄膜2上形成互連接線之接觸孔3和溝槽4。之後，在整個表面上形成氮化鈦(TaN)或其類似物之阻隔層5，以及在阻隔層5上形成做為電鍍之電供應層的種子



五、發明說明 (2)

層 7。

然後，如第 85B 圖所示，在基板 W 表面上進行銅電鍍而將銅填入接觸孔 3 和溝槽 4，並且在此同時，在絕緣薄膜 2 上沉積銅薄膜 6。之後，以化學機械拋光 (CMP) 法清除絕緣薄膜 2 上之銅薄膜 6，而使銅薄膜 6 表面填入用於互連接線之接觸孔 3 和溝槽 4 內，以及使該絕緣薄膜 2 之表面大致上處於相同之平面。因而形成如第 85C 圖所示由銅薄膜 6 所組成之互連接線。

近來各種設備的零件有漸朝向精細和具高準確度的趨勢。當普遍使用次微製造 (sub-micro manufacturing) 技術時，材料性質極受處理方法的影響。在此情況下，以習知之機械方法，工件上的加工部分常會受到物理性的破壞並且由工具從其表面清除，故產生大量的缺陷而使該工件劣質化。因此，不會使材料之性質劣質化之下進行加工為重要課題。

為了解決此問題，已發展出一些加工方法，例如化學拋光、電解加工 (electrolytic processing)、以及電解拋光等。和習知之物理加工比較，這些方法經由化學溶解反應進行清除處理或其類似處理。因此，這些方法不會因塑性變形 (plastic deformation) 而造成缺陷，例如形成改變層和異位，故可在不使材料變劣質化之情況下進行處理。

例如，化學機械拋光 (CMP) 法通常需要在非常複雜之操作和控制環境之下，並且需要很長的處理時間。此外，



五、發明說明 (3)

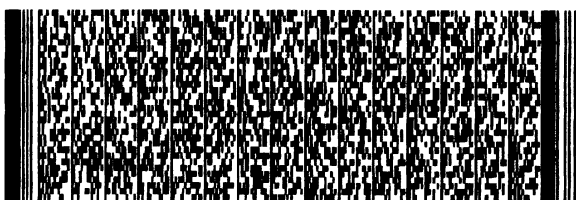
在拋光處理之後必需將基板充份地清潔。因此，必需有相當大的研漿或清潔液廢棄物的處理之負荷。因此，極需省略整個化學機械拋光步驟，或減低其負荷。在此相同之課題下，必需指出在未來做為半導體基板之絕緣薄膜的材料為具有低介電常數(dielectric constant)的材料漸有寡佔市場的趨勢，由於此低介電常數材料具有低的機械強度，故不易承受在化學機械拋光過程中之壓力。因此，依此觀點而言，亦極需一種在處理中不會施予基板任何壓力的加工技術。

此外，有一種和化學機械拋光處理同時進行的電鍍方法，亦即化學機械電解拋光法。根據此方法，在電鍍薄膜的成長表面進行機械加工，會造成形成之薄膜的變性。

在上述之電解處理或電解拋光的處理中，經由工件和電解溶液(氯化鈉、硝酸鈉、氟化氫、氯化氫、硝酸、氫氧化鈉等之水溶液)之間的電化學交互作用以進行處理過程。由於必需使用含此類電解質之電解溶液，故無法避免工件受到電解質的污染。

[發明之概述]

本發明為有鑑於解決上述有關之技術問題而產生。因此，本發明之目的為提供一種電解加工裝置，在省略全部化學機械拋光處理或儘可能減少化學機械拋光之負荷的同時，可處理形成於基板表面上之導電材料而使其平坦化，或可清除(清潔)附著於例如基板之工件表面之無關物質，以及亦提供一種設有該電解加工裝置之基板處理裝置。

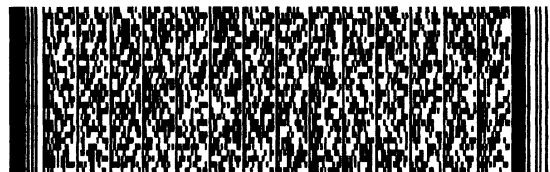


五、發明說明 (4)

為了達到上述之目的，本發明所提供之電解加工裝置包括：接觸或靠近工件之處理電極；用以供應電至該工件之供應電極；至少置於該工件和該處理電極之間及該工件和該供應電極之間其中之一的離子交換器；用以供應電壓於該處理電極和該供應電極之間的電源；以及液體供應區，供應液體至該工件和至少該處理電極及該供應電極其中之一之間之空間，該空間存在離子交換器。

第1圖和第2圖說明上述電解加工裝置的電解加工原理。第1圖顯示，當處理電極14上安裝離子交換器12a以及供應電極16上安裝離子交換器12b並且接觸或靠近工件10之表面，而經由處理電極14和供應電極16之間的電源17供應電壓，並且從處理電極14、供應電極16和工件10之間的液體供應區19供應例如超純水之液體18時，在電解加工裝置內的離子狀態。第2圖顯示，當安裝於處理電極14上之離子交換器12a接觸或靠近工件10之表面以及供應電極16直接和工件10接觸，而經由處理電極14和供應電極16之間的電源17供應電壓，並且從處理電極14和工件10之間的液體供應區19供應例如超純水之液體18時，在電解加工裝置內的離子狀態。

當使用，如超純水，本身具有大電阻係數(resistivity)之液體時，較佳的是離子交換器12a接觸工件10之表面。此可降低電阻、降低所需之電壓以及降底耗電量。此電解加工中之「接觸」並非如化學機械拋光中施加於工件上的物理「壓力」。



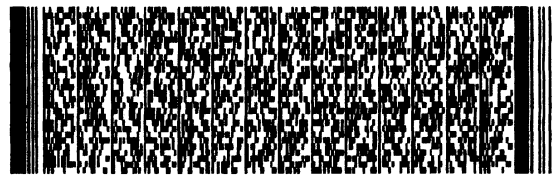
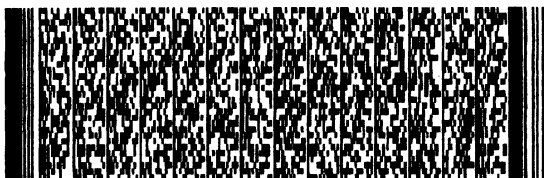
五、發明說明 (5)

在例如超純水之液體18中的水分子20以離子交換器12a、12b溶解成氫氧化物離子22和氫離子24。因此而產生之氫氧化物離子22，例如由工件10和處理電極14之間的電場以及流動之液體18攜帶至相對於處理電極14之工件10的表面，而提高工件10附近氫氧化物離子22之密度，並且使氫氧化物離子22和工件10上之原子10a產生反應。此反應所產生之反應產物26溶解於液體18中，並且藉沿著工件10表面流動之液體18而清除。因此可有效進行工件10表面之清除處理。

由上述之說明可瞭解，根據本發明之清除處理可單純藉反應離子和工件之間的電化學交互作用而有效進行。因此，本發明之電解加工明顯地不同於化學機械拋光方法的原理，化學機械拋光方法結合磨料和工件之間的物理交互作用，以及拋光液中之化學劑和工件之間的化學交互作用而進行處理過程。

根據上述說明之方法，加工工件10之面向處理電極14之部分。因此，藉移動處理電極14而加工工件成較佳的表面形狀。

如上述，本發明之電解加工裝置可單純藉導因於電化學交互作用的溶解反應而進行有效的清除處理，並且明顯地不同於化學機械拋光方法的原理，化學機械拋光結合磨料和工件之間的物理交互作用，以及拋光液中之化學劑和工件之間的化學交互作用而進行處理過程。因此，本發明之電解加工裝置在不損及工件之材料性質下可執行工件表



五、發明說明 (6)

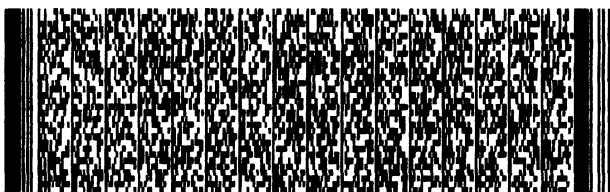
面之清除處理。即使當工件之材料具有低的機械強度，例如上述之低介電常數材料，仍可使工件在無任何物理損壞下有效進行工件表面之清除處理。此外，當和習知之電解加工裝置比較時，本發明之電解加工裝置，由於使用具有不超過 $500 \mu\text{s}/\text{cm}$ 之電導率 (electric conductivity) 的處理液體，以純水較佳，以超純水更佳，故可明顯地減少工件表面受到雜質之污染，並且在處理後可方便廢棄液體之丟棄。

使用之液體可為純水，具有電導率 (於 25°C ，1 大氣壓力下) 不超過 $500 \mu\text{s}/\text{cm}$ 之液體，或使用電解質溶液。

純水可為電導率不超過 $10 \mu\text{s}/\text{cm}$ 之水。電解加工中使用純水可使清潔處理不會在工件之處理表面留下雜質，同時可簡化電解加工後之清潔步驟。特別是在電解加工之過程後僅需一或二階段的清潔步驟即可。

亦可使用一種將例如表面活化劑之添加物加入純水或超純水的液體，並且其具有不超過 $500 \mu\text{s}/\text{cm}$ 之電導率，但以不超過 $50 \mu\text{s}/\text{cm}$ 較佳，以不超過 $0.1 \mu\text{s}/\text{cm}$ 更佳 (電阻率不少於 $10\text{M}\Omega \cdot \text{cm}$)。此液體可形成一層，具有於工件 (例如基板) 和離子交換器之間的界面抑制離子均勻移動的功能，藉此可調整離子交換 (金屬溶解) 的濃度而增加處理表面之平坦度。

此添加物扮演抑制局部離子 [例如氫氧化物 ($-\text{OH}$) 離子] 之濃度的角色。應注意，對於能否提供平坦之處理表面而言，「在整個處理表面上之不同點是否有相同的處理



五、發明說明 (7)

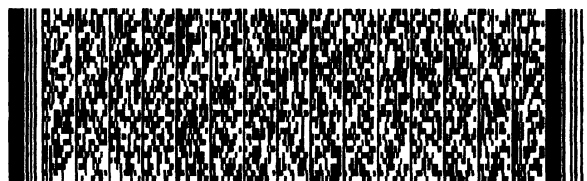
「(清除)速率」是一項非常重要的因素。當進行單一之電化學清除反應時，反應離子之局部濃度可造成不同之局部清除速率。反應離子之局部濃度主要導因於處理電極和供應電極之間電場強度之差異，以及工件表面附近之反應離子分佈的差異之影響。藉扮演抑制局部離子(例如氫氧化物離子)之濃度之角色的添加物存在於工件和離子交換器之間而抑制反應離子之局部濃度。

可使用例如氯化鈉或硫酸鈉之中性鹽水溶液，如氯化氫或硫酸之酸類，或例如氨之鹼類做為電解質溶液，並且可根據工件之性質選擇適當之溶液。當使用電解質溶液時，為了避免過多的污染，最好使用電導率不超過 $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 之低濃度的電解質溶液。

在本發明之電解加工裝置的一實施例中，離子交換器分開配置於處理電極和工件間之空間，以及供應電極和工件間之空間。此可避免於處理電極和供應電極之間發生所謂「短路」的問題，並且可確保高處理效率。

根據另一實施例，離子交換器以整體構造配置於處理電極和工件之間以及供應電極和工件之間的空間。此可便於處理電極和供應電極之製造，並且可進一步降低電阻。

根據本發明又另一實施例，離子交換器覆蓋工件之準備處理的表面，並且配置於處理電極和工件之間以及供應電極和工件之間的空間。此可使覆蓋於工件之處理表面的離子交換器較容易和迅速地更換，例如，在離子交換器受到污染時。



五、發明說明 (8)

在上述之實施例中，該離子交換器以順序地伸展及縮短於供應軸和捲軸之間。此可使該離子交換器在例如受到污染而更換時以一次使用之長度將其縮短，同時，該更換作業可用接續的方法進行。

在此實施例之離子交換器之案例中，處理電極和供應電極沿著離子交換器之長度之特定的間距以交替的方式安裝在離子交換器上。此不需設置用以分開供電之電極區，因而簡化該裝置之構造。

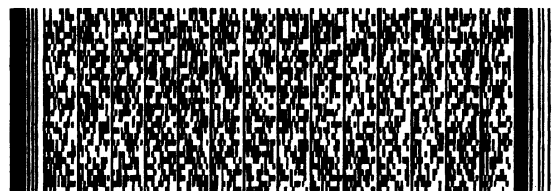
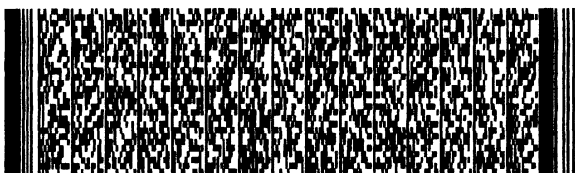
該離子交換器可具有吸水性。如此可讓例如超純水之液體流入該離子交換器內。

該離子交換器可具有陰離子交換或陽離子交換能力，或二者兼具之。根據工件可選擇使用具有陰離子交換能力之離子交換器，或具有陽離子交換能力之離子交換器。使用具有陰離子和陽離子交換能力之離子交換器可增加可處理材料之範圍，此外，亦可避免因極性而形成之雜質。

該離子交換器可以多孔物體所覆蓋。此可提供具有平坦之處理表面之工件。在此情況下，該離子交換器本身可由多孔物體所組成。

根據較佳之實施例，該電解加工裝置復包括用以再生該離子交換器之再生區。在處理過程中或處理之間隔再生該離子交換器以從離子交換器清除例如銅之無關物質，故可避免來自離子交換器之物質污染新的工件，並且可避免降低處理效率和準確度。

本發明亦提供電解加工裝置，包括：接觸或靠近工件



五、發明說明 (9)

之處理電極；用以供應電至工件之供應電極；用以供應電壓於處理電極和供應電極之間的電源；以及用以供應純水或液體之液體供應區，該液體在工件和處理電極之間的電導率不超過 $500\mu\text{s}/\text{cm}$ 。

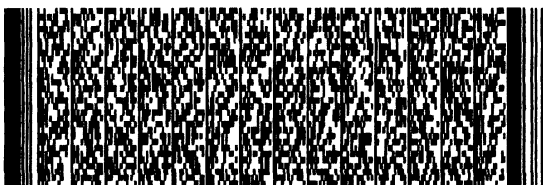
第3圖說明電解加工裝置的電解加工原理。第3圖顯示，當處理電極14和供應電極16靠近工件10之表面，而經由處理電極14和供應電極16之間的電源17供應電壓，並且從處理電極14、供應電極16和工件10之間的液體供應區19供應例如超純水之液體18時，在電解加工裝置內的離子狀態。

在例如超純水之液體18中的水分子20溶解成氫氧化物離子22和氫離子24。因此而產生之氫氧化物離子22，由工件10和處理電極14之間的電場以及流動之液體18攜帶至相對於處理電極14之工件10的表面，而提高工件10附近氫氧化物離子22之密度，並且使氫氧化物離子22和工件10之原子10a產生反應。此反應所產生之反應產物26溶解於液體18中，並且藉沿著工件10表面流動之液體18而自工件10清除。因此可有效進行工件10表面之清除處理。

以使用超純水做為液體較佳。此處之「超純水」意指具有電導率不超過 $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ 之水。使用超純水時能在工件之加工表面上不留下任何雜質之情況下進行清潔處理。

在上述之電解加工處理裝置中，根據本發明之一實施例，至少處理電極和供應電極其中之一為矩形之平板。

根據另一實施例，至少處理電極和供應電極其中之一



五、發明說明 (10)

為柱狀，並且以中央軸和工件之準備處理之表面平行之方式置放。此可使至少處理電極和供應電極其中之一以線性接觸或接近工件，因而可增加工件之處理表面的平坦度。

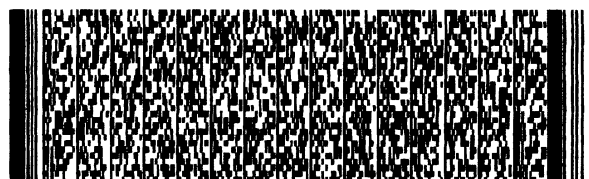
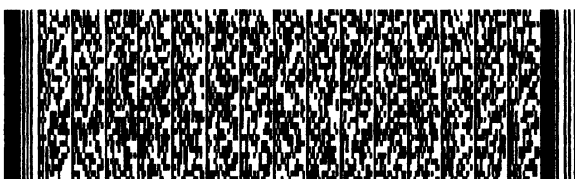
根據又另一實施例，至少處理電極和供應電極其中之一呈球形或橢圓球形。此可使得處理集中於點以及針對彎曲表面進行處理。

仍根據另一實施例，至少處理電極和供應電極其中之一具有配合工件之形狀的凹陷部分或凸起部分，並且處理時將工件面對該凹陷或凸起部分。例如，處理電極可具有和基板之周邊部分相配合的凹陷部分。在進行基板之處理時，可將基板之周邊部分對準凹陷部分，因而可清除形成或附著於周邊部分（傾斜部分或邊緣部分）之準備處理的材料。因此，在此情況下，利用該電解加工裝置做為基板之傾斜蝕刻裝置。

上述本發明之電解加工裝置可製造成至少於處理電極和工件之間，以及於供應電極和工件之間其中之一呈相對運動的構造。此可於工件和至少處理電極以及供應電極其中之一之間產生例如超純水之液體流動，藉此逐出不需要之產物，而增加工件之處理表面的平坦度。

其相對運動可為旋轉、往返、離心旋轉或捲軸運動，或混合上述各種之運動。

再根據本發明，其處理電極和供應電極可配置成一電極圍繞於另一電極之構造。此可使全部之電流從供應電極經由最短的途徑流至處理電極，因而可增加電流的效率以



五、發明說明 (11)

及降低耗電量。

根據另一實施例，至少處理電極和供應電極其中之一呈扇形。此使得處理電極在徑向以恒定的時間面向工件，因而使電解加工速率保持恒定。

仍根據另一實施例，至少處理電極和供應電極其中之一以線性或圓形配置。

本發明提供之一種基板處理裝置，包括：做為攜入和攜出基板之基板攜入和攜出區；電解加工裝置；以及在基板攜入及攜出區和電解加工裝置之間輸送基板的輸送裝置；其中該電解加工裝置包括和工件接觸或接近之處理電極，用以供應電至工件之供應電極，至少置於工件和處理電極之間以及工件和供應電極之間之其中之一之空間的離子交換器，用以施加電壓於處理電極和供應電極之間的電源，以及液體供應區，用以供應液體至工件和至少處理電極及供應電極其中之一之間之空間，該空間存在有離子交換器。

本發明亦提供一種基板處理裝置，包括：用以攜入和攜出基板之基板攜入和攜出區；電解加工裝置；以及在基板攜入及攜出區和電解加工裝置之間輸送基板的輸送裝置，其中該電解加工裝置包括和工件接觸或接近之處理電極，用以供應電至工件之供應電極，供應電壓於處理電極和供應電極之間的電源，以及液體供應區，在工件和處理電極之間供應純水或電導率不超過 $500\ \mu\text{s}/\text{cm}$ 之液體。

在較佳實施例中，基板處理裝置復包括藉由電解加工



五、發明說明 (12)

裝置而用以清潔該處理基板之清潔裝置。

在另一實施例中，基板處理裝置復包括用以化學機械拋光基板之表面之化學機械拋光裝置。在此情況下，此基板處理裝置可再包括用以清潔由化學機械拋光裝置拋光後之基板的清潔裝置。

在又另一實施例中，基板處理裝置復包括在準備處理之基板表面形成薄膜之薄膜形成裝置。在此情況下，此基板處理裝置可再包括至少用以清潔準備處理而已在薄膜形成裝置中形成薄膜的清潔裝置，以及將準備處理之部分退火的退火裝置其中之一。

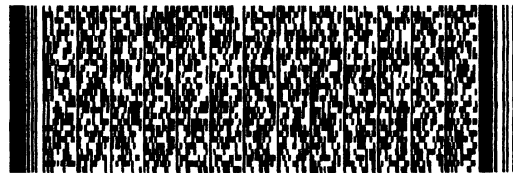
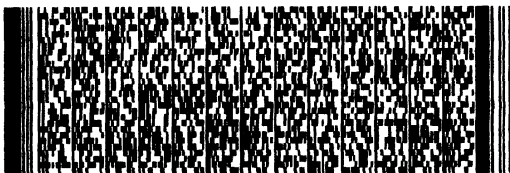
亦在此情況下，基板處理裝置可再包括用於蝕刻形成或附著於準備處理之基板之周邊部分的傾斜蝕刻裝置。在該傾斜蝕刻裝置中，可藉電解處理而有效進行該蝕刻部分之處理。

基板處理裝置可再包括用以測量在化學機械拋光裝置之拋光過程中或拋光後之薄膜厚度的薄膜厚度測量區。此外，基板處理裝置可再包括在薄膜形成裝置之形成薄膜過程中或形成薄膜後測量薄膜厚度之薄膜厚度測量區。

可用電鍍法於薄膜形成裝置內形成該薄膜。

仍為另一實施例中，基板處理裝置復包括當電壓供應至供應電極和處理電極之間時至少監控電解電流和電解電壓其中之一之監控器。

仍根據另一實施例，該基板處理裝置復包括用以進行處理後基板之最後乾燥的乾燥裝置。此即所謂的"乾進，



五、發明說明 (13)

乾出"。

仍根據另一實施例，基板處理裝置監控該基板處理之狀態之改變，並且偵測處理之終點。本文中之「處理終點」意指基板表面的特定區域已達預定點之處理量，或基板表面之特定區域根據有關處理量的參數已達相當於預定點之處理量。因此，即使在處理的進行中藉由任意設定和偵測處理終點，仍可進行多重步驟的電解加工。

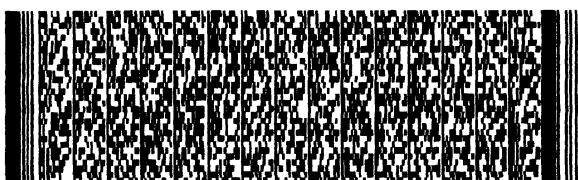
仍根據另一實施例，基板處理裝置復包括用以偵測處理終點的薄膜厚度偵測區。

從以下之說明配合附圖中圖式以說明本發明較佳實施例以瞭解本發明之上述和其它之目的、特徵、以及優點。
[較佳實施例之詳細說明]

現在將參考附圖說明本發明之較佳實施例。

第4A圖為根據本發明第一實施例之基板處理裝置的平面圖。第5至7圖為根據本發明第一實施例用於基板處理裝置內之電解加工裝置。經由該實施例之電解加工裝置可處理做為工件之基板，亦可使用基板之外的工件。

如第4A圖所示，該基板處理裝置包括做為攜進攜出區之一對裝載/卸載設備30以攜進攜出卡匣，該卡匣內容納基板W，例如第85B圖所示之基板，其表面具有做為導電薄膜(準備處理之部分)之銅薄膜6；用以將基板W倒置之反向機器32；用以運輸基板W之推動器34；以及電解加工裝置36。在裝載/卸載設備30、反向機器32和推動器34之間設置固定式輸送自動裝置38做為輸送裝置以輸送基板。該基



五、發明說明 (14)

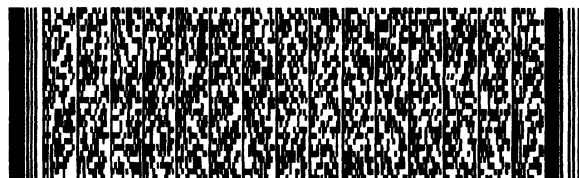
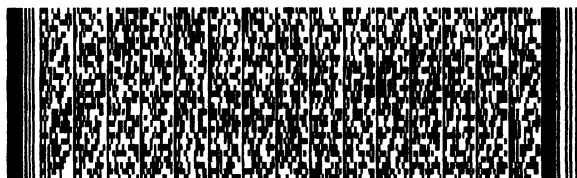
板處理裝置亦設置監控器42以監控電解加工裝置36內在電解加工時施加於下述之處理電極50和供應電極52之間之電壓，或監控流經其間之電流。

如第5圖所示，電解加工裝置36包括基板保持器46，支撐於可水平擺動之擺臂44的自由端，並以其朝下之表面（以所謂「面朝下」之方式）吸引和保持基板W；以及位於基板保持器46之下，以絕緣材料製成之碟狀電極區48。如第7圖所示，電極區48具有嵌入其中之交替配置的扇形處理電極50和供應電極52，該等電極之表面（上表面）為曝露的。電極區48之上表面安裝薄膜狀離子交換器56，以覆蓋處理電極50和供應電極52之表面。

此實施例僅供做為具有處理電極50和供應電極52之電極區48的實施例，其直徑大於基板W的兩倍，故可於整個基板W的表面進行電解加工。

離子交換器56可為不織布，具有陰離子交換能力或陽離子交換能力。陽離子交換器以攜帶強酸之陽離子交換基（硫酸基）較佳；然而，亦可使用攜帶弱酸之陽離子交換基（羧基）的陽離子交換器。雖然陰離子交換器以攜帶強鹼之陰離子交換基（第四級銨基）較佳；然而，亦可使用攜帶弱鹼之陰離子交換基（第三級或較低之氨基）的陽離子交換器。

可用例如下述之方法製備攜帶強鹼陰離子交換基的不織布：將具有纖維直徑20至50 μm 及約90%多孔性的聚烯（polyolefin）不織布進行所謂輻射接枝聚合反應（graft

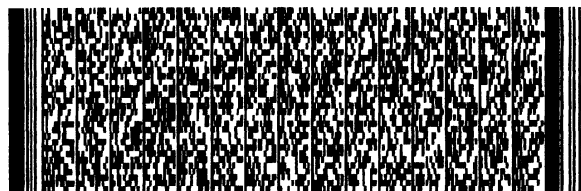


五、發明說明 (15)

polymerization)，包括 γ -射線照射不織布並接著後續之接枝聚合反應，以此引入接枝鏈；由此引入之接枝鏈藉引入第四級銨基而使其氯化。離子交換基的容納量決定於被引入之接枝鏈的量。可使用例如丙烯酸(acrylic acid)、苯乙烯(styrene)、甘油丙烯酸甲酯(glycidyl methacrylate)、苯乙烯磺酸鈉(sodium styrenesulfonate)或氯甲基苯乙烯(chloromethylstyrene)之單體進行接枝聚合反應。可調整單體的濃度、反應溫度和反應時間來控制接枝鏈的數量。因此，最大可製成500%之接枝程度，即接枝聚合反應後不織布的重量對接枝聚合反應前不織布的重量之比率。因此，在接枝聚合反應之後引入之離子交換基容量最大可達5meq(毫當量)/g。

攜帶強酸之陽離子交換基的不織布可用下述方法製備：在不織布攜帶強鹼之陰離子交換基的情況下，將具有纖維直徑20至50 μ m及約90%多孔性的聚烯不織布進行所謂輻射接枝聚合反應，包括 γ -射線照射不織布並接著後續之接枝聚合反應，以此引入接枝鏈；然後將由此引入之接枝鏈以加熱之硫酸處理以引入磺酸基(sulfonic acid)於其中。如果以熱磷酸處理該接枝鏈時，則可引入磷酸鹽基。接枝的程度最高可達500%，因此，在接枝聚合反應之後引入之離子交換基容量最大可達5meq/g。

離子交換器56之基材可為例如聚乙烯或聚丙烯之聚烯，或任何其它之有機聚合物。此外，除了不織布之形式外，此離子交換器可為織物、薄片、多孔材料、短纖維等



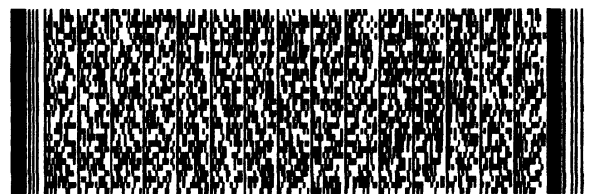
五、發明說明 (16)

之形式。

當使用聚乙炔或聚丙烯做為基材時，接枝聚合反應首先可藉放射線(γ -射線或電子束)照射在基材上而產生游離基，然後使此游離基和單體產生反應，因而可得到含少量雜質之均勻接枝鏈。另一方面，當使用聚烯以外之有機聚合物做為基材時，可將基材浸漬於單體並且以放射線(γ -射線、電子束或紫外線)照射在基材上(同時照射)而產生游離基聚合反應。雖然此種方法無法提供均勻之接枝鏈，但可提供廣泛而不同之基材。

使用具有陰離子交換能力或陽離子交換能力之不織布的離子交換器56時，不織布內之純水或超純水、或例如電解質溶液之液體可自由活動並且輕易地到達含催化活性之不織布內的作用點而使水產生解離，故使許多水分子解離成氫離子和氫氧離子。此外，藉純水或超純水、或例如電解質溶液之液體的移動，藉水之解離而產生之氫氧離子可被有效地攜帶至處理電極50之表面，因而即使在低電壓之下仍可得到高的電流。

當離子交換器56只具有一種陰離子交換能力和陽離子交換能力時，電解可處理之材料受到很大的限制，此外，由於極性故較容易產生雜質。為了解決此問題，此離子交換器56具有如第8圖中所示之構造，具有陰離子交換能力之陰離子交換器56a和具有陽離子交換能力之陽離子交換器56b以同心圓的方式配置而組成整合的構造。此陰離子交換器和陽離子交換器可被疊置於準備處理之基板的表面



五、發明說明 (17)

上。陰離子交換器和陽離子交換器亦可呈扇形，並交替配置。或者，上述之問題可使用能同時攜帶陰離子交換基和陽離子交換基之離子交換器56而得到解決。此離子交換器可包括：兩性離子交換器，陰離子交換基和陽離子交換基以隨機的方式分佈；雙極離子交換器，其中陰離子交換基和陽離子交換基形成層狀；以及鑲嵌離子交換器，在平行厚度的方向存在含陰離子交換基部分和陽離子交換基部分。附帶說明，根據準備處理之材料，離子交換器56可具有陰離子交換能力或具有陽離子交換能力。

如第5圖所示，藉由馬達60之啟動經由滾珠螺絲(ball screw)62而垂直上下移動的擺臂44被連接至由馬達64所啟動而旋轉之軸66的上端以進行擺動。基板保持器46被連接至安裝於擺臂44之自由端上的旋轉馬達68，並且藉馬達68之啟動而旋轉。

電極區48被直接連接至空心馬達70，並且藉空心馬達70之啟動而旋轉。電極區48之中央部分形成通孔48a以做為純水供應區，用於供應純水，或以超純水較佳。該通孔48a連接至空心馬達70內垂直延伸之純水供應管72。純水或超純水通過該通孔48a經由離子交換器56被供應至基板W的整個處理表面。設置分別連接至純水供應管72之多數個通孔48a，以便於處理液體到達基板W之整個處理表面。

此外，配置於電極區48之上方，做為純水供應區以供應純水或超純水之純水噴嘴74，以電極區48之徑向延伸並且具有多數個供應口。因此，可從基板之上方和下方將純



五、發明說明 (18)

水或超純水供應至基板W之表面。文中之純水指電導率不超過 $10\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 之水，以及超純水指電導率不超過 $0.1\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 之水。除了純水之外，亦可使用電導率不超過 $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 之液體或任何電解質溶液。在加工中藉施加此類之處理液體，可清除加工中例如處理產物和溶解氣體之不穩定因素，並且可使該加工維持在有效之均勻度的範圍內。

根據此實施例，如第5圖和第7圖所示，扇形之電極板76被配置於電極區48內，並且電源80之陰極和陽極經由集電環(slip ring)78被交替連接至電極板76。連接至電源80之陰極的電極板76成為處理電極50，而連接至陽極的電極板76成為供應電極52。此可應用於銅之處理，因為銅之電解加工為在陰極邊進行。視準備處理之材料，陰極邊可為供應電極，而陽極邊則可為處理電極。更具體而言，當以銅、鉬、鐵等為準備處理之材料時，其電解加工過程為在陰極邊進行，因此，連接至電源80之陰極的電極板76應該為處理電極50，以及連接至陽極的電極板76應該為供應電極52。另一方面，在使用鋁、矽等之案例時，電解加工處理為在陽極邊進行。因此，連接至電源之陽極的電極板應該為處理電極，以及連接至陰極的電極板應該為供應電極。

此實施例顯示扇形電極板76被電極區48內以絕緣材料製成之肋片(rib)48b相互隔開。該肋片48b亦可被形成如另外絕緣材料之分開個體，故可經由絕緣材料之間的間隙供應純水或類似物。

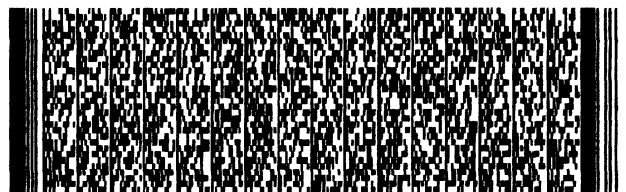


五、發明說明 (19)

藉將處理電極50和供應電極52在電極區48之圓周區域的分開地和交替地配置，故不需供應電至基板之導電薄膜(準備處理之部分)之固定供應部分，並且可對整個基板表面進行有效之加工。此外，以脈衝的方式改變其正和負電，可將電解產物溶解，並且藉反覆重覆的加工可增加處理表面之平坦度。

處理電極50和供應電極52通常不易因電解反應而產生氧化或解離。基於此，通常不使用廣泛用於電極之金屬或金屬化合物而以使用碳、相對不活性的惰性金屬、導電氧化物或導電陶瓷做為電極之基材較佳。一種惰性的以金屬為主之電極可得自，例如，將鈦電極電鍍或以鉑或銱包覆於其上，然後在高溫下燒結該包覆電極以穩定和強化該電極。通常藉無機原材料之加熱處理可得到陶瓷產物，具有各種不同性質的陶瓷產物為由各種不同之原材料所產生，包括金屬和非金屬之氧化物、碳化物和氮化物。在這些原材料中陶瓷具有導電性。當電極被氧化時，通常電阻之值會增加而導致施加電壓之增加。然而，電極表面藉由非氧化材料例如鉑或以導電氧化物例如銱氧化物做為保護，可避免由於基材之氧化而降低導電性。

可如第9A圖所示之方式配置處理電極50和供應電極52：分別夾著絕緣體82a之成對處理電極50和供應電極52，配置於電極區48之扇形區域內從中央至周圍的範圍而使數目從中央至周圍呈逐漸增加的分佈。依此配置方法，當電極區48和基板W開始旋轉時，電極區48之基板W相對速



五、發明說明 (20)

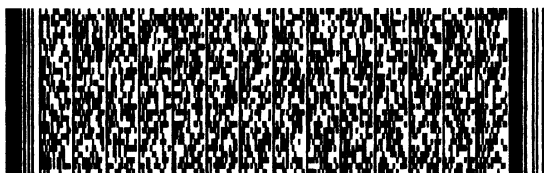
度較低的中央區域和電極區48之基板W相對速度較高的周圍區域之間的單位區域電流，即電流密度，會變得較為平均，因而使整個基板W表面之電解加工速率變得更為恒定。此種配置方法不僅適用於此基板位於電極區48穿過中央之一邊的實施例中，亦可適用於繞著基板W中央旋轉而稍大於基板之電極區48(請參考第17圖和第18圖)。

第9B圖中所示為上述之電極配置的改良，可使導電材料之電極區48本身做為供應電極52(或為處理電極50)之功能，以及在電極區48內嵌入被以絕緣體82b隔開之處理電極50(或供應電極52)。此可減少線路的數目。

或者，如第10A圖所示，電極區48內配置相互緊鄰而呈扇形之從電極區48之中央朝周圍延伸的處理電極50和供應電極52。亦於此案例中，如第10B圖所示，可使導電材料之電極區48本身做為供應電極52(或為處理電極50)之功能，以及在電極區48內嵌入被以絕緣體82b隔開之處理電極50(或供應電極52)。

或者，如第11A圖所示，個別夾著絕緣體82a之成對處理電極50和供應電極52配置於電極區48內，以使得其長度從電極區48之中央朝周圍的方向逐漸增長。亦於此案例中，如第11B圖所示，電極區48可以導電材料製作，以使得電極區48做為供應電極52(或為處理電極50)之功能，以及在電極區48內嵌入被以絕緣體82b隔開之處理電極50(或供應電極52)。

或者，如第12圖所示，電極區48可以導電材料之製



五、發明說明 (21)

作，以使得電極區48做為供應電極52(或為處理電極50)之功能，以及在電極區48內嵌入被以絕緣體82b隔開之螺旋狀延伸的處理電極50(或供應電極52)。此外，如第13圖所示，從電極區48之中央朝周圍呈螺旋狀延伸之處理電極50和供應電極52，或者以配置於該電極區48內，而其間夾著絕緣體82b。

此外，雖然未以圖表示，但處理電極和供應電極亦可呈點狀均勻分佈於電極區48內。

接著，參考第4A圖說明基板處理裝置之基板處理(電解處理)方法。

首先，如第85B圖之例如表面具有銅薄膜6做為導電薄膜(準備處理之部分)的基板W被輸送自動裝置38從放置基板之卡匣中取出，並放置於裝載/卸載設備30內。需要時，此基板可被輸送至可倒置基板之反向機器32，而使具有導電薄膜之基板的表面朝下。然後藉輸送自動裝置38將表面朝下之基板W輸送至推動器34，並將基板W置於推動器34上。

推動器34上之基板W被電解加工裝置36之基板保持器46所吸引和握持，然後基板保持器46隨著擺臂44之移動而到達電極區48上方之處理位置。此基板保持器46藉馬達60之啟動而垂直往下移動，故被基板保持器46所握持之基板W接觸或靠近安裝於電極區48上表面之離子交換器56的表面。

此處應注意，當使用本身具有大電阻率之例如超純水



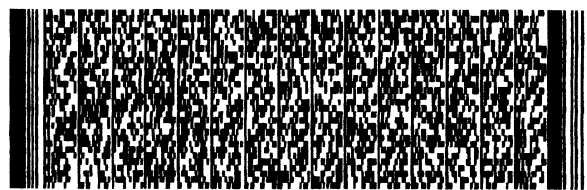
五、發明說明 (22)

的液體時，可藉使離子交換器56和基板W之接觸而降低電阻，同時亦可降低所需之電壓，因而可降低耗電量。此處所謂之"接觸"並非如化學機械拋光中施加於工件上的物理"壓力"。因此，本實施例之電解加工裝置應用垂直移動馬達60使基板W接觸或靠近電極區48，並且不具有通常於化學機械拋光裝置中將基板壓向拋光元件之壓力機械裝置。此亦可適用於下述說明之實施例中。

根據化學機械拋光裝置，其基板壓向拋光表面之壓力通常約為20至50 kPa，而本實施例之電解加工裝置中，離子交換器56接觸基板W的壓力為低於20 kPa。並且，即使在低於10 kPa之壓力下亦可得到滿意的處理效果。

接著，當基板保持器46和電極區48開始旋轉時，從處理電極50和供應電極52之間的電源80(請參考第5圖)供應已知之電壓。同時，從電極區48之下方經由通孔48a供應純水或超純水至其上表面，並且，同時從電極區48之上方經由純水噴嘴74供應純水或超純水至其上表面，因而將純水或超純水填入處理和供應電極50、52和基板W之間的空隙。因而，形成於基板W上之導電薄膜(銅薄膜6)可被離子交換器56產生之氫離子或氫氧離子所電解加工。根據上述之電解加工裝置，在容許純水或超純水流動於離子交換器56內之情況下可產生大量的氫離子和氫氧離子，並且可將此大量之離子供應至基板W的表面，因而可有效地進行此電解加工過程。

更特別是，在容許純水或超純水流動於離子交換器56



五、發明說明 (23)

內之情況下，可供應水足量的官能基（在離子交換器攜帶強酸陽離子交換基之情況下為磺酸基）因而增加水分子的解離數量，並且流動的水可移除在導電薄膜（銅薄膜6）和氫氧離子（或OH基）之間的反應產物（包括氣體），因而可加強其處理效率。因此，必需有流動的純水或超純水，並且該流動之水必需保持恒定和均勻的狀態。流動水之恒定度和均勻度會影響所供應之離子以及加工產物之移除的恒定度和均勻度，亦即會影響該加工中的恒定度和均勻度。此實施例並非為浸漬式之加工裝置。和浸漬式之裝置比較，此非浸漬式裝置由於不需控制容器內液體的污染，故配置較為簡單。

監控器42可監控施予處理電極50和供應電極52之間的電壓，或流經其間的電流，而可偵測出其終點（加工的結束點）。應注意就此電解加工而言，電流（供應之電壓）的變化即使在相同電壓（電流）的情況下，仍視準備處理之材料而定。例如，如第14A圖中所示，當在電解加工中監控依序層疊材料B薄膜和材料A薄膜之基板W表面的電流時，在材料A的處理過程中有恒定之電流，但是在轉移至不同材料B之處理時則會發生改變。同理，如第14B圖中所示，雖然在處理材料A時於處理電極50和供應電極52之間供應恒定之電壓，當轉移至不同材料B之處理時其供應電壓會發生改變。藉第14A圖之實例說明，和電解加工之材料A相比較，電流較不易流動於電解加工中之材料B，以及從第14B圖可知，供應電解加工中之材料B的電壓較高於供應電



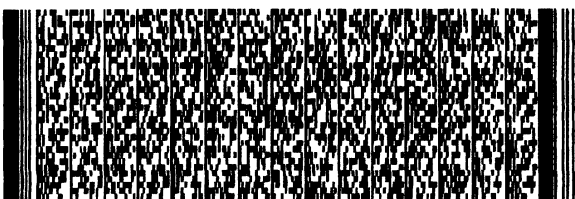
五、發明說明 (24)

解加工中之材料A的電壓。從上述之實例可瞭解，從電流或電壓之改變可確實地偵測出其終點。

雖然此實施例之監控器42為監控供應至處理電極50和供應電極52之間的電壓，或流經其間之電流，以偵測其處理之終點，此監控器42亦可監控加工中之基板以偵測隨意設定之處理終點。在此情況時，處理終點指準備處理之特定區域已達到處理量的預定點，或已達到根據準備處理表面特定區域之處理量的相關參數而設定之處理量的預定點。由於即使在處理的進行中仍可隨意設定和偵測處理終點，故可進行多重步驟的電解加工。此亦可適用於下述說明之實施例中。

就此而言，如第4B圖所示，可形成延伸通過該電極區48以傳遞通過其間之光線的窗戶，以及在電極區48下方提供薄膜厚度感應器(薄膜厚度偵測區)S，具有發射光線之光線發射區和接受光線之光線接收區。此薄膜厚度感應器S可根據反射光之強度改變的測定在其原位測定準備處理、或正在處理中之區域的薄膜厚度。可根據薄膜厚度測量之結果偵測處理之終點。

在完成電解加工之後，切斷電源80，而停止基板保持器46和電極區48之旋轉。之後，升起該基板保持器46，並且藉擺臂44將基板W攜帶至推動器34而將基板W置於其上。輸送自動裝置38從推動器34上拾起基板W，如果需要時，將基板W輸送至反向機器32而將其倒置，然後，將基板W送返回裝載/卸載設備30內之卡匣。



五、發明說明 (25)

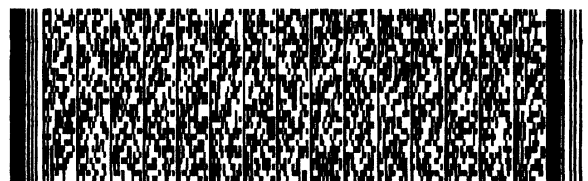
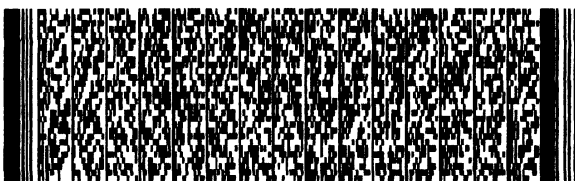
當工件之電解加工在處理電極和工件之間不插入離子交換器的情況下進行時，其電阻和「工件以及處理電極之間的距離（電極和電極之間的距離）」成比例。原因為離子移動的距離越短，其離子移動所需之能量就越小。在使用超純水之情況下，例如，電極和電極之間的距離為1cm時，電阻為 $18.25\text{M}\Omega$ （於10V之電壓下為 $0.54\mu\text{A}$ ），而在電極和電極之間的距離為 $1\mu\text{m}$ 時，其電阻為 $1.825\text{k}\Omega$ （於10V之電壓下為 5.4mA ）。

當處理電極和工件之間插入離子交換器，而使離子交換器靠近但不接觸該工件時，如上述之情形，電阻基本上和「工件以及離子交換器表面之間的距離」成比例。然而，當離子交換器和工件相接觸時，可更進一步降低電阻。此可歸因於離子交換器之內部和外部之間的離子濃度有很大差異之緣故。

更特別是，在離子交換器的內部，藉催化作用可加速超純水之電解的解離，因而增加離子（ H^+ 和 OH^- ）之濃度。因此，離子交換器的內部，由於存在離子交換基，而變成具有高濃度離子聚集（或可能聚集）之特殊場區。另一方面，在離子交換器的外部，由於不存在離子交換基，離子傾向回復原先的狀態（ H_2O ），因而離子濃度明顯地較低。

因此，藉離子交換器和工件之互相接觸，可使電阻保持於相當低的程度，而當離子交換器和工件相接觸時，不受工件和處理電極之間距離的影響。

此實施例在電極區48和基板W之間為供應純水，但以

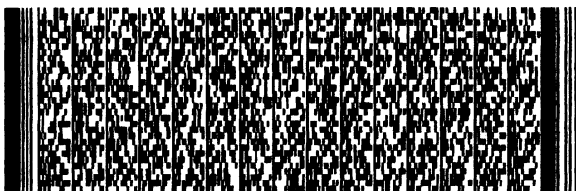


五、發明說明 (26)

超純水較佳。在電解加工時使用不含電解質之純水或超純水可避免雜質之產生，例如，避免電解質黏著和殘留於基板W之表面上。此外，在電解加工過程中溶解的銅離子或類似物經由此離子交換反應會立刻被離子交換器56所捕捉。此可避免溶解之銅離子或類似物再沉澱於基板W之其它部位上，或避免因氧化而形成之細小銅顆粒污染基板W之表面。

超純水具有高的電阻率，因此電流不易流經其間。儘量縮小電極和工件之間的距離，可降低其電阻率，或在電極和工件之間插入離子交換器。此外，以電解質溶液配合超純水共同使用，可進一步降低電阻率和減少耗電量。當利用電解質溶液進行電解加工時，工件上進行加工的面積範圍比使用電極加工的面積較為廣泛。另一方面，當結合超純水和離子交換器共同使用時，由於幾乎無電流流經超純水，故電解加工只有在工件之面積相等於處理電極和離子交換器之面積時才能發揮效果。

可使用純水或超純水中加入電解質之電解質溶液，以取代純水或超純水。使用電解質溶液可進一步降低電阻以及減少耗電量。可使用例如氯化鈉或硫酸鈉之中性鹽水溶液、例如鹽酸或硫酸之酸性溶液、或例如氨之鹼性溶液做為電解質溶液，並且可根據工件之性質選擇性地使用這些溶液。當使用電解質溶液時，基板W和離子交換器56之間以稍具間隙而使其不相互接觸為佳。為了避免工件因電解質溶液而受到污染，以使用電導率不超過 $500\ \mu\text{s}/\text{cm}$ 之稀

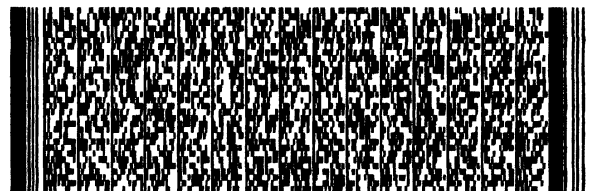


五、發明說明 (27)

釋電解質溶液較佳。因此，可提高加工後之工件的清潔度。

此外，亦可使用純水或超純水中加入表面活化劑之液體以取代純水或超純水，並且具有不超過 $500\mu\text{s}/\text{cm}$ 之電導率，但以不超過 $50\mu\text{s}/\text{cm}$ 較佳，以不超過 $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ 更佳（電阻率不超過 $10\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ ）。由於表面活化劑之存在，故在基板W和離子交換器56之間的界面可形成一層具有抑制離子均勻移動的液體，因此可調節離子交換（金屬解離）的濃度而增加處理表面之平坦度。此表面活化劑的濃度以不超過 100ppm 較佳。當電導率之值過高時，會降低電流效率和處理速率。使用電導率不超過 $500\mu\text{s}/\text{cm}$ 之液體時可得到所欲之處理速率，但是電導率以不超過 $50\mu\text{s}/\text{cm}$ 較佳，以不超過 $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ 更佳。

根據本發明，在基板W和處理及供應電極50、52之間藉插入離子交換器56時，具有相當程度的處理速率加強作用。關於此點，藉超純水中之氫氧化物離子和準備處理之材料之間的化學相互作用可有效利用超純水進行電化學加工。然而，在正常之溫度和壓力條件下，做為超純水中之反應劑的氫氧化物離子之量小於 10^{-7}mol （摩爾濃度）/L，故清除處理效率會因反應（例如氧化薄膜形成反應）而降低而無法進行清除處理反應。因此，為了提高清除處理效率，必需增加氫氧化物離子的濃度。一種增加氫氧化物離子濃度的方法為利用催化材料來增加超純水之解離反應，並且離子交換器可有效被用來做為此類之催化材料。更特別



五、發明說明 (28)

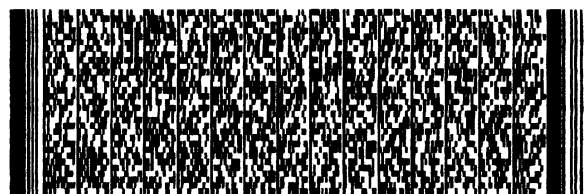
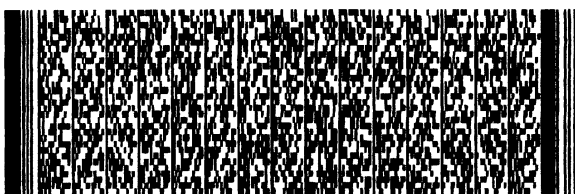
是，離子交換器內之官能基和水分子之間的相互作用可降低水分子解離反應有關之激活能量，因此促進水之解離而加強處理速率。

可在省略不用離子交換器56之情況下將純水或超純水供應至基板W和處理及供應電極50、52之間。雖然在無離子交換器56之情況下處理速率非常低，但此時電解加工可有效清除非常薄之薄膜。此外，此可排除例如電解質之過量雜質黏著和殘留於基板W之表面上的可能性。

此外，根據此實施例，在電解加工時該離子交換器56為接觸或靠近其基板W。當離子交換器56位於靠近基板W之位置時，雖然視其之間的距離而定，但電阻可大到特定程度，因此，必需有較大的電壓以提供所需之電流密度。然而另一方面，由於非-接觸之關係，故容易沿著基板W表面形成流動之純水或超純水，因而可有效清除基板表面上產生之反應產物。在離子交換器56和基板W接觸之情況下，電阻變得非常小因此只需供應非常小的電壓，因而可減低耗電量。

如果為了提高處理速率而加強電壓以增加電流密度，當電極和基板(工件)之間的電阻很大時會有放電的情形發生。當發生放電時會導致工件表面之振動，因此無法形成均勻和平坦之處理表面。反之，當離子交換器56和基板W相接觸時電阻非常小，故可避免放電的情形發生。

當利用具有陽離子交換基之離子交換器做為離子交換器56進行銅之電解加工時，在加工之後該離子交換器(陽



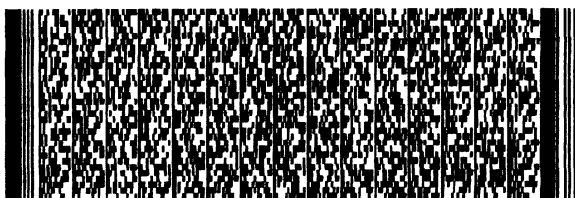
五、發明說明 (29)

離子交換器)56之離子交換基被銅所飽和，因而使下一次加工之處理效率降低。當利用具有陰離子交換基之離子交換器做為離子交換器56進行銅之電解加工時，會產生銅氧化之細顆粒並且黏著於離子交換器(陰離子交換器)56之表面，而該顆粒會污染下一次準備處理之基板之表面。

為了排除此缺點，如第15圖所示，提供可再生離子交換器56之再生區84，並且此離子交換器56之再生可於電解加工之過程中進行。此再生區84包括具有和握持基板保持器46之擺臂44相類似構造的擺臂86，位於橫過電極區48之擺臂44的相反邊；以及握持於擺臂86之自由端的再生罩88。操作中，從電源80將加工時相反的電位(electric potential)施予離子交換器56，因而促進無關物質之溶解，例如黏著於離子交換器56之銅。因此，在加工之過程中仍可有效再生該離子交換器56。以供應至電極區48上表面之純水或超純水清洗該再生之離子交換器56。

第16圖為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的配置圖。第17至19圖為根據本發明另一實施例提供於基板處理裝置內之電解加工裝置。在下述之說明中，和上述實施例之說明相同的元件以相同的元件編號表示，並且省略部分之說明。此適用於下述說明之實施例中。

如第16圖所示，此基板處理裝置依順配置包括做為攜進攜出區之一對裝載/卸載設備30以攜進攜出置於卡匣內之基板W；可將基板W倒置之反向機器32；以及電解加工裝置36a。提供做為輸送裝置之輸送自動裝置38a，可於該裝

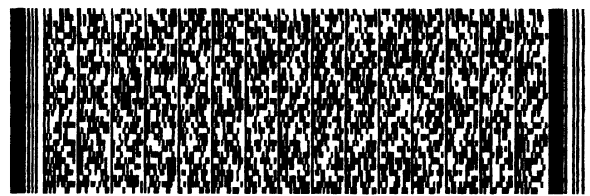
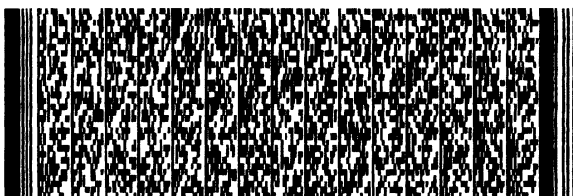


五、發明說明 (30)

置間平行移動以輸送和傳遞基板W。該基板處理裝置亦具有監控器42，可在電解加工裝置36a內於電解加工時監控施予處理電極50和供應電極52之間的電壓，或流經其間之電流。

在此電解加工裝置36a中，具有嵌入處理電極50和供應電極52之電極區48的直徑稍大於被基板保持器46所握持之基板W的直徑。藉空心馬達70之啟動，該電極區48在空心馬達70之中央軸和電極區48之中央軸之間的半徑範圍內旋轉移動，而非以其自軸而旋轉，即，所謂的捲軸運動（平移旋轉）。

關於此，如第19A和19B圖所示，在電極區48和空心馬達70之間的圓周方向內具有3個或以上（在第19A圖中為4個）的防止旋轉機械裝置400。特別是，在圓周方向於空心馬達70之上表面和電極區48之下表面的相對應位置形成多數個等距間隔的凹坑（depressions）402和404。個別之凹坑402和凹坑404內分別固定有軸承406和408。如第19B圖所示，具有相互以離心率" e "配置之雙偏心軸409、410的連結元件412，將離心軸409、410各自的末端插入軸承406、408中而和各自成對的軸承406、408相耦合。此外，形成於空心馬達70之主軸414的上端部分並且配置於主軸中央之離心位置的驅動端416，經由軸承（未顯示），以可旋轉方式連接至電極區48之下方中央部分。離心率亦為" e "。因此，該電極區48可沿著半徑" e "之圓圈進行平移運動。



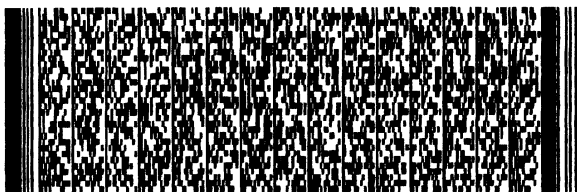
五、發明說明 (31)

根據此實施例，在電解加工的過程中無法從電極區48的上方供應純水或超純水至電極區48之上表面。因此，如第17圖中所示，純水或超純水僅能通過形成於主軸414之通孔414a以及形成於電極區48之通孔48a被供應至電極區48之上表面。此外，由於電極區48並非以其自軸而旋轉，故不使用集電環78。並且，如第18圖中所示，電極區48的旁邊具有做為再生區之可再處理的超純水噴嘴90，可於電解加工之過程後將超純水噴在離子交換器56上，因而可再生該離子交換器56。其它的構造和第一實施例相同。

根據此電解加工裝置36a，以旋轉的方式進行基板W表面之電解加工，經由基板保持器46使基板W接觸或靠近離子交換器56，並且在供應純水或超純水至電極區48之上表面以及在處理電極50和供應電極52之間供應已知電壓的同時，藉空心馬達70之啟動而使電極區48呈捲軸運動。

此實施例之基板W的輸送流程，除了基板W被直接輸送於輸送自動裝置38a和電解加工裝置36a之間外(即不經由推動器)，其餘均和上述第4圖中所示實施例的說明相同，因此，省略此部分之說明。

第20和21圖為另一種不同之電解加工裝置36a。在此電解加工裝置36a中，呈捲軸運動之電極區48包括碟狀處理電極50以及圍繞於處理電極50之外周圍的環狀供應電極52，並且其間以環狀之絕緣體53相隔開。此外，處理電極50之上表面以離子交換器56e覆蓋以及供應電極52之上表面以離子交換器56f覆蓋，個別離子交換器56e、56f以絕



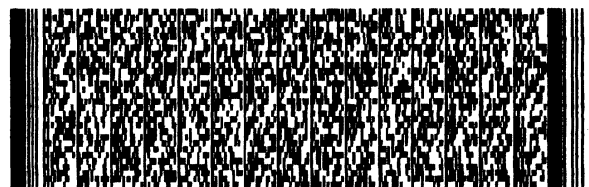
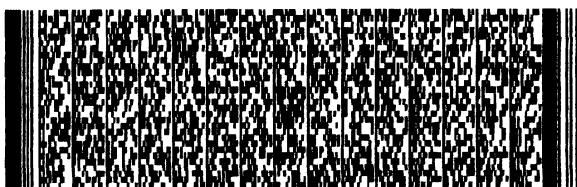
五、發明說明 (32)

緣體 53 相隔開。當接觸或靠近離子交換器 56e、56f 之基板 W 開始旋轉，並且同時電極區 48 開始如上述呈捲軸運動時，部分之基板 W 始終位於供應電極 52 之上方，故基板 W 可接受其供應之電源。其它的構造和第 16 至 19 圖中所示之電解加工裝置相同。根據此實施例，藉圍繞處理電極 50 之供應電極 52 可加強電流效率，並且可大致在基板 W 的整個表面上進行均勻之處理。

第 22 和 23 圖為根據本發明另一實施例之電解加工裝置 36b。在此電解加工裝置 36b 中，電極區 48 之旋轉中心 O_1 和基板保持器 46 之旋轉中心 O_2 的距離為 d ；並且電極區 48 繞著旋轉中心 O_1 而旋轉以及基板保持器 46 則繞著旋轉中心 O_2 而旋轉。此外，處理電極 50 和供應電極 52 經由集電環 78 而連接至電源 80。其它的構造和第 18 和 19 圖中所示之實施例相同，因此，省略此部分之說明。

根據此電解加工裝置 36b，基板 W 表面之電解加工為經由基板保持器 46 而帶動基板 W 旋轉之方式進行，並且在供應純水或超純水至電極區 48 之上表面以及在處理電極 50 和供應電極 52 之間供應已知電壓的同時，藉空心馬達 70 之啟動而使電極區 48 旋轉。

第 24 和 25 圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置 36c。此電解加工裝置 36c 應用矩形固定式電極區 48 以及可上下移動而無法擺動之基板保持器 46，並且使其在水平方向往復移動。更特別是，以矩形電極 48 之寬度方向延伸而遍佈其整個長度的電極板 76 被以平行電極區 48 之上表面

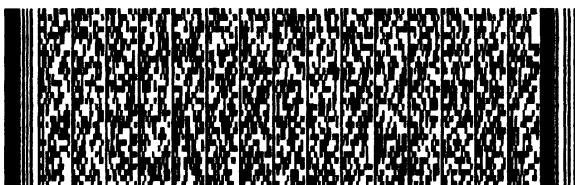


五、發明說明 (33)

的方式配置，並且電源80之陰極和陽極以交替方式連接至電極板76，故連接至陰極之電極板76成為處理電極50，或反之，此電極板76被連接至陽極而成為供應電極52。另一方面，被固定於升降桿44a之自由端而藉馬達60之啟動經由滾珠螺絲62垂直移動之基板保持器46藉旋轉馬達68之啟動而繞著其自軸而旋轉，並且亦可藉馬達60a之啟動經由滾珠螺絲62a而和升降桿44a在對應電極板76相互垂直的方向共同往復運動。

根據此電解加工裝置36c，以旋轉的方式進行基板W表面之電解加工，經由基板保持器46使基板W接觸或靠近離子交換器56，並且在供應純水或超純水至電極區48之上表面以及在處理電極50和供應電極52之間供應已知電壓的同時，藉馬達60a之啟動使基板保持器46往復運動。

第26和27圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置36d。在此電解加工裝置36d中，基板保持器46和電極區48之間的位置關係與上述之實施例相反，並且基板W以其表面朝上(即所謂「面朝上」的方式)被握持著，故可於基板之上表面進行電解加工。因此，以基板W表面朝上之方式握持該基板W之基板保持器46被配置於電極區48的下方，並且藉馬達68之啟動繞著其自軸而旋轉。另一方面，具有覆蓋以離子交換器56之處理電極50和供應電極52的電極區48被配置於基板保持器46的上方，並且以表面朝下之方式被握持於擺臂44之自由端，以及藉空心馬達70之啟動繞著其自軸而旋轉。此外，從電源80延伸出之線路通過形



五、發明說明 (34)

成於擺動軸66內之空心部分而到達集電環78，並且進一步通過空心馬達70之空心部分而到達處理電極50和供應電極52以供應電壓於其間。

經由形成於電極區48之中央部分的通孔48a從純水供應管72將純水或超純水供應至基板W之前表面(上表面)。

安裝在電極區48上做為再生離子交換器56之再生區92被配置於基板保持器46的旁邊。此再生區92包括充滿例如稀釋酸溶液之再生槽94。在操作時，該電極區48被擺臂44移動至再生槽94之正上方的位置，然後下降使其至少電極區48之離子交換器56能浸入再生槽94內之酸溶液中。之後，將加工時相反的電位施予電極板76，即將處理電極50連接至電源80之陽極以及將供應電極52連接至陰極，因而促進例如黏著於離子交換器56之銅的無關物質之溶解，故可再生該離子交換器56。此再生之離子交換器56再以例如超純水清洗。

再根據此實施例，電極區48具有比基板保持器46所握持之基板W較大的直徑。此基板W表面之電解加工為藉電極區48之下降而使離子交換器56接觸或靠近被基板保持器46所握持之基板W的情況下進行，然後使基板保持器46和電極區48旋轉，並且在供應純水或超純水至基板之上表面以及在處理電極50和供應電極52之間供應已知電壓的同時，藉擺臂44之擺動而使電極區48沿著基板W之上表面移動。

第28和29圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置36e。此電解加工裝置36e的直徑如電極區48較基板保持

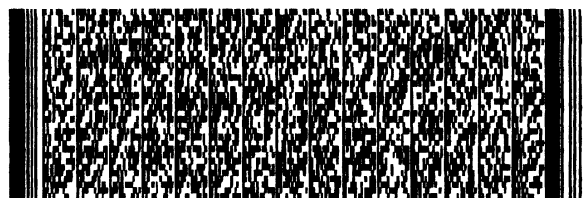


五、發明說明 (35)

器 46 握持之基板 W 為小，故基板 W 表面不致完全被電極區 48 所覆蓋。其它的構造和第 26 及 27 圖中所示之實施例相同。上述之構造可使電極區變得小而緊密，此外，可避免基板之黏著處產生氣體。

第 30 圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置 36f。在此電解加工裝置 36f 中，電極區 48 位於握持表面朝上之基板 W 的基板保持器 46 上方。此電極區 48 包括含絕緣材料之碟狀底部 100；具有供應純水或超純水之通孔 50a 的碟狀處理電極 50；以及被環狀絕緣體 102 所隔開之環狀供應電極 52。處理電極 50 和供應電極 52 安裝於和底部 100 同一平面之下表面。此外，處理電極 50 和供應電極 52 之下表面安裝離子交換器 56，以例如含強酸陽離子交換基之纖維所組成，並且可促進純水或超純水之解離反應。此底部 100 可旋轉，並且連接至中空旋轉軸 104 之下端。純水或超純水經由此旋轉軸 104 之中空部分被供應至底部 100 之內側。此實施例更進一步應用具有軟式離子交換器 56c 和硬式離子交換器 56d 之雙層構造的離子交換器做為其離子交換器 56。

藉含例如不織布、織物和多孔薄膜之離子交換材料的層疊層而使離子交換器 56 呈多層結構，可抑制例如銅清除（拋光）過程中因增加總離子交換容量而形成之氧化物，故可避免氧化物對處理速率所產生之不良反應。關於此點，在清除處理中當離子交換器之總離子交換容量小於離子交換器內所獲取的銅離子量時，不可避免地會於離子交換器

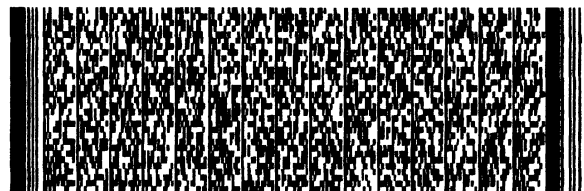


五、發明說明 (36)

之表面或內部形成氧化物，其對處理速率有不良之影響。因此，離子交換器之離子交換容量可決定氧化物之形成，超過容量之銅離子會變成氧化物。利用由離子交換材料組成而可增加總離子交換容量之多層離子交換器做為其離子交換器56時，可有效抑制氧化物之形成。同時，藉離子交換器之再生亦可抑制氧化物之形成，故可抑制離子交換器內之銅離子的聚積。

此外，當藉清除(拋光)處理而形成例如第85圖所示由銅薄膜6所組成之連接線圖案時，填入溝槽之銅薄膜於處理之後易形成空洞或被剝離。故可考慮使用如本實施例中多層構造之離子交換器56以排除上述的缺陷，以及利用符合下述條件之離子交換器(離子交換材料)做為其最外層之離子交換器：(1)良好的表面平滑度(2)硬質材料以及(3)可透水性，例如多孔薄膜或織布。

根據此實施例，經由供應線進入旋轉軸104之純水或超純水在旋轉底部100之離心力下可流經形成於處理電極50之通孔50a，並且被供應至離子交換器56。純水或超純水供應藉離子交換器56之催化作用而產生之氫氧化物離子。由於處理電極50和供應電極52為絕緣體102所隔開，故該絕緣體102可阻絕氫氧化物離子的移動。此外，當基板W處於絕緣狀態時，基板W面向處理電極50的部份(例如陰極)具有陽極之功能，而基板W面向供應電極52的部份(例如陽極)則具有陰極之功能。因此，在基板W面向處理電極50的陽極部份發生電化學之解離作用。

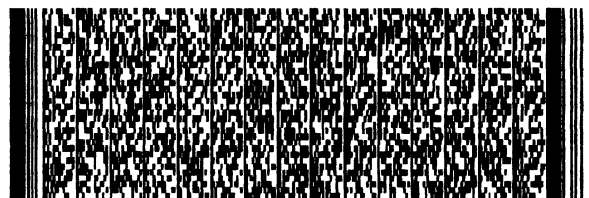


五、發明說明 (37)

在離子交換器和基板W接觸之情況下，離子交換器會因滑動而磨損。然而，可藉雙層構造之離子交換器而避免此類之磨損，如上所述，和基板W接觸之外層由例如織布或多孔薄膜所組成，或利用該類材料做為具有離子交換能力的襯墊以加強機械強度。

第31圖仍為根據本發明另一實施例具有電解加工裝置36之基板處理裝置。此基板處理裝置包括做為攜進攜出區之一對裝載/卸載設備30以攜進攜出置於卡匣內之基板W；反向機器32；運輸基板W之推動器34a、34b；電解加工裝置36；以及化學機械拋光(CMP)裝置112。在裝載/卸載設備30和推動器34之間提供固定式輸送自動裝置38做為輸送裝置以往返輸送基板。此基板處理裝置亦提供監控電解加工裝置36內在電解加工時施加於下述處理電極50和供應電極52之間電壓的監控器42，或監控流經其間之電流。

第32圖為化學機械拋光裝置112的實例。此化學機械拋光裝置112包括以拋光布(拋光墊)構成拋光表面之拋光台122，此拋光布接觸於拋光台122之上表面；以及以準備拋光之表面面向拋光台122的方式握持基板W之頂環124。分別藉拋光台122和頂環124之旋轉進行基板W表面之拋光，以及當基板W被頂環124以一定之壓力壓向拋光台122的拋光布120時，從配置於拋光台122上方之拋光液噴嘴126供應拋光液。可利用例如鹼性溶液中之二氧化矽細顆粒做為供應自拋光液噴嘴126之拋光液的懸浮拋光顆粒。藉結合鹼性溶液之化學拋光和拋光顆粒之機械拋光，即化



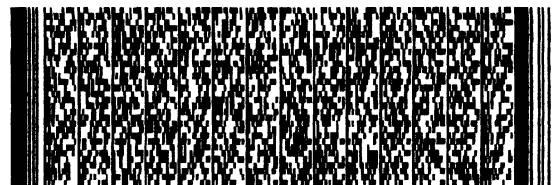
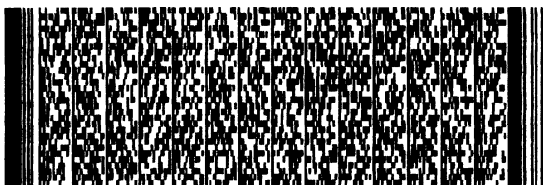
五、發明說明 (38)

學機械拋光，可將基板W拋光成如平面鏡之表面。

拋光布120之拋光表面會隨著連續的拋光之後而降低拋光效率。為了恢復拋光效率，提供修整器(dresser)128以進行拋光布120之修整，例如在更換基板W時。此修整處理中，在修整器128和拋光台122分別進行旋轉的同時，修整器128之修整表面(修整元件)壓向拋光台122之拋光布120，因而移除黏著於拋光表面之拋光液和晶片，並且於壓平和修整拋光表面的同時再生該拋光表面。

根據此基板處理裝置，輸送自動裝置38從置於裝載/卸載設備30中之卡匣內取出基板W。並且根據需要將此基板W輸送至反向機器32而倒置該基板W，然後再以輸送自動裝置38將其輸送至電解加工裝置36旁之推動器34a。基板W再從推動器34a被輸送至電解加工裝置36的基板保持器46。在電解加工裝置36中進行基板W表面粗切屑(蝕刻)之電解加工。在完成加工之後，該基板W再返回至推動器34a。之後，推動器34a上之基板W被輸送自動裝置38輸送至置於化學機械拋光裝置112旁之推動器34b上，然後再被輸送至化學機械拋光裝置112的頂環124。在此化學機械拋光裝置112內進行基板W化學機械拋光之精加工。在完成化學機械拋光之後，該基板W再返回至推動器34b。之後，輸送自動裝置38從推動器34b拾起該基板W，並且根據需要將基板W輸送至反向機器32而倒置該基板，再將基板W送返回裝載/卸載設備30內的卡匣。

雖然此實施例中在電解加工裝置36內藉電解加工進行



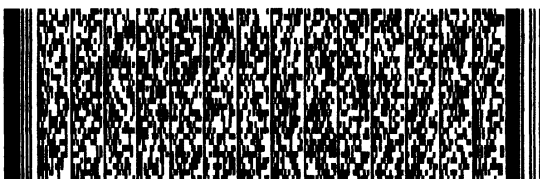
五、發明說明 (39)

基板W粗切屑，並且在化學機械拋光裝置112內藉化學機械拋光進行基板W之精加工，但是亦可於化學機械拋光裝置112內藉化學機械拋光進行基板W之粗切屑，而於電解加工裝置36內藉電解加工進行基板W之精加工。因此可減低化學機械拋光加工的負載。

第33圖仍為根據本發明另一實施例具有電解加工裝置36之基板處理裝置。此基板處理裝置包括做為攜進攜出區之一對裝載/卸載設備30以攜進攜出置於卡匣內之基板W；反向機器32；運輸基板W之推動器34；電解加工裝置36；以及清潔和乾燥處理後之基板W的清潔裝置130。在裝載/卸載設備30、反向機器32和推動器34之間提供可移動式輸送自動裝置38a做為輸送裝置以輸送基板W。此基板處理裝置亦提供監控電解加工裝置36內在電解加工時施加於下述處理電極50和供應電極52之間電壓的監控器42，或監控流經其間之電流。

根據此基板處理裝置，以乾燥狀態攜進並且在電解加工裝置36內進行電解加工之基板W，根據需要將其反向並且被輸送至清潔裝置130而於該處進行基板之清潔和乾燥，然後在乾燥狀態下將基板送返裝載/卸載設備30內之卡匣（乾進/乾出）。

第34圖仍為根據本發明另一實施例具有電解加工裝置36之基板處理裝置。與上述第31圖中之實施例相同，此基板處理裝置包括做為攜進攜出區之一對裝載/卸載設備30以攜進攜出置於卡匣內之基板W；推動器34a、34b；電解

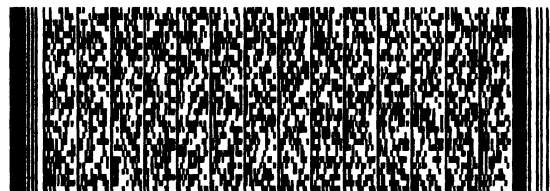
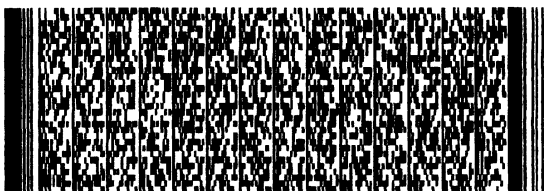


五、發明說明 (40)

加工裝置36和化學機械拋光裝置112；以及復包括一對第一清潔裝置130a和一對第二清潔裝置130b。此外，在第一清潔裝置130a和第二清潔裝置130b之間提供具有反轉基板之功能的暫時儲存台132。在裝載/卸載設備30、第一清潔裝置130a和暫時儲存台132之間的特定處提供第一輸送自動裝置38c做為輸送裝置以往返輸送基板；以及在暫時儲存台132、第二清潔裝置130b和推動器34a、34b之間的特定處提供第二輸送自動裝置38d做為輸送裝置以往返輸送基板。此基板處理裝置亦提供監控電解加工裝置36內在電解加工時施加於下述處理電極50和供應電極52之間電壓的監控器42。

根據此基板處理裝置，如上述第31圖中所示之實施例，已在例如在電解加工裝置36內藉電解加工進行粗切屑以及在化學機械拋光裝置112內藉化學機械拋光進行精加工的基板W，被輸送至第二清潔裝置130b進行初步清潔，然後將其暫時存放於暫時儲存台132上，如果需要時於此處可將基板反轉。之後，將基板W輸送至第一清潔裝置130a以進行細部清潔和乾燥，然後在乾燥狀態將其送返裝載/卸載區30內之卡匣。

第35圖仍為根據本發明另一實施例具有電解加工裝置36之基板處理裝置。此基板處理裝置包括做為攜進攜出區之一對裝載/卸載設備30以攜進攜出置於卡匣內之基板W；推動器34；以及電解加工裝置36。此電解加工裝置36亦包括依序配置之清潔處理後基板的清潔裝置130d；反向機器



五、發明說明 (41)

32；電鍍基板W表面之電鍍裝置136；清潔電鍍後之基板的清潔裝置130e；以及將電鍍基板退火之退火裝置140。另外提供做為輸送裝置之輸送自動裝置38a，可於該裝置間平行移動以輸送和傳遞基板W。該基板處理裝置亦具有監控器42，可在電解加工裝置36a內於電解加工時監控施加於處理電極50和供應電極52之間的電壓。

第36圖為電鍍裝置136之實例。此電鍍裝置136包括頂部開口可容納電鍍液230之柱狀電鍍槽232，以及基板保持器234，在基板表面朝下覆蓋電鍍槽232之頂部開口的狀態下以可分開方式握持基板W。在電鍍槽232內，以平板狀之陽極板236做為陽極，而以平行方式浸入電鍍液230內之基板W則做為陰極。電鍍槽232的底部中央和電鍍液排出管238相通而形成一股往上流動的電鍍液。此外，在電鍍槽232頂部之外側周圍提供電鍍液接受器240。

操作時，以表面朝下之方式被基板保持器234握持之基板W置於電鍍槽232上方之位置，當電鍍液230從電鍍液排出管238排出的同時供應電壓至陽極板236(陽極)和基板W(陰極)之間，而使流動之電鍍液230撞擊至基板W之下表面(準備電鍍之表面)，因而在陽極板236和基板W之間產生一股電鍍電流，於是在基板W的下表面形成一層電鍍薄膜。

第37和38圖為退火裝置140之實例。此退火裝置140包括具有可攜進攜出基板W之閘門1000的室1002；配置於室1002內可加熱基板W至例如400°C之加熱板1004；以及配置



五、發明說明 (42)

於室1002內加熱板1004底下藉例如以冷水通過加熱板1004內而冷卻基板W之冷卻板1006。此退火裝置140亦具有多數個穿過冷卻板1006之垂直移動的升降銷1008，可上下移動置於其上端之基板W。此退火裝置140復包括氣體引入管1010，可在退火時將抗氧化劑氣體引入於基板W和加熱板1004之間，以及氣體排放管1012，可排出從氣體引入管1010引入而流經基板W和加熱板1004之間的氣體。氣體引入管和排放管1010和1012分別被配置於加熱板1004之相反兩邊。

氣體引入管1010連接至具有混合器1020之混合氣體引入管1022，經由具有濾過器1014a之氮氣引入管1016引入氮氣，以及經由具有濾過器1014b之氫氣引入管1018引入氫氣，並且將其混合而形成流經混合氣至引入管1022進入氣體引入管1010之混合氣體。

操作時，已通過閘門1000進入室1002之基板W被保持於升降銷1008上，並且升降銷1008上升至使升降銷1008上之基板W和加熱板1004之間的距離在例如0.1至1.0毫米的位置。然後經由加熱板1004使基板W加熱至例如400℃，以及同時從氣體引入管1010引入抗氧化劑氣體，並且在氣體從氣體排放管1012排出時使氣體流動於基板W和加熱板1004之間，因而可在基板W退火的同時避免氧化。完成此退火處理約需數十秒至60秒的時間。基板W之加熱溫度可隨意選擇在100至600℃的範圍內。

完成退火之後，升降銷1008下降至使升降銷1008上之



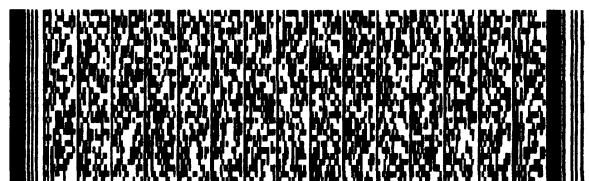
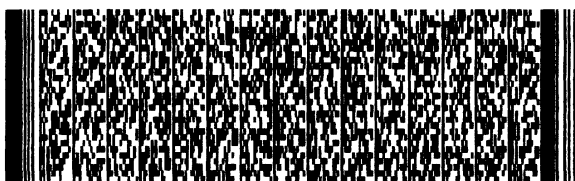
五、發明說明 (43)

基板W和冷卻板1006之間的距離在例如0至0.5毫米的位置。藉引入冷卻水進入冷卻板1006，基板W在例如10至60秒內可被冷卻板1006冷卻至100℃或以下的溫度。然後將冷卻後之基板W送至下一步驟。

雖然此實施例中使用混合數個百分比之氫氣之氮氣之混合氣體做為上述之抗氧化劑氣體，但亦可單獨使用氮氣做為抗氧化劑氣體。

根據此實施例之基板處理裝置，輸送自動裝置38a從裝載/卸載區30內之卡匣取出例如具有種子層7形成於表面之基板W(請看第85A圖)，並且根據需要藉反向機器32倒置之基板W被輸送至電鍍裝置136。在電鍍裝置136內進行例如電解銅電鍍而形成基板W表面上導電薄膜(準備處理之部分)之銅薄膜6(請看第85B圖)。經過電鍍處理之基板W(具有例如銅薄膜之導電薄膜的基板)被輸送至清潔裝置130e進行清潔和乾燥，然後再輸送至退火裝置140以進行基板W退火之熱處理，再將該退火之基板輸送至電解加工裝置36。在電解加工裝置36內進行基板W表面(電鍍表面)之電解處理以清除形成於基板表面之多餘銅薄膜6，因而形成由銅薄膜6組成之銅連接線(請看第85C圖)。根據需要藉反向機器32將電解加工後之基板W倒置，並且將其輸送至清潔裝置130d以進行清潔和乾燥。根據需要，反向機器32再將清潔後之基板W倒置，並將其送返至裝載/卸載設備30內之卡匣。

第39圖仍為根據本發明另一實施例具有電解加工裝置



五、發明說明 (44)

36之基板處理裝置。根據此實施例，在如上述第35圖中所示實施例之清潔裝置130e和退火裝置140之間，提供可清除形成或黏著於基板周圍部分(斜面和邊緣部分)的多餘材料之斜面蝕刻裝置144。其餘之構造則和第35圖所示之實施例相同。

第40和41圖為斜面蝕刻裝置144之實例。此斜面蝕刻裝置144包括基板保持器152，以基板表面朝上之方式吸附和保持基板W並且藉馬達150之啟動而旋轉；供應電極156，連接至陽極之電源154並且接觸例如形成於基板W表面可通過電流之銅薄膜6的導電薄膜(準備處理之部分)；以及柱狀處理電極160，連接至陰極之電源154並且藉馬達158之啟動而旋轉。此處理電極160配置於保持於基板保持器152之基板W的邊緣，並且可和基板W相接觸或分開。此外，於處理電極160形成可配合基板W周圍構造並且橫剖面大致呈半圓形狀之溝槽160a，以及如上所述之離子交換器162安裝於溝槽160a之表面上，而使離子交換器162接觸或接近基板W之周圍部分。此外，靠近處理電極160處安裝純水噴嘴164做為純水供應區以供應純水或超純水至處理電極160和基板W周圍之間的區域。

藉使安裝於處理電極160上之離子交換器162和保持於基板保持器152之基板W的周圍部分相接觸或接近，並且當從純水供應噴嘴164供應純水或超純水至處理電極160和基板W周圍之間的同時使基板保持器152上之基板W以及處理電極160共同旋轉，以及在處理電極160和供應電極156之



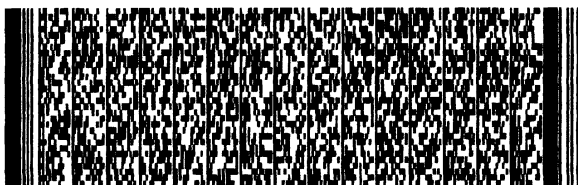
五、發明說明 (45)

間供應已知電壓時，可有效藉電解加工清除形成或黏著於基板W周圍部分(斜面和邊緣部分)例如銅的材料。

根據此基板處理裝置，在電鍍裝置136內進行基板W表面之電鍍處理之後，可立刻在斜面蝕刻裝置144內進行已形成例如銅薄膜6(請看第85B圖)之導電薄膜(準備處理之部分)的基板W周圍部分(斜面和邊緣部分)所形成或黏著例如銅之材料的清除工作，然後將該斜面蝕刻後之基板W輸送至電解加工裝置36。

第42和43圖為斜面蝕刻裝置144的另一實例，可藉電解加工清除形成或黏著於基板W周圍部分(斜面和邊緣部分)例如銅之準備處理的材料，並且同時以純水進行基板W之上和背表面的清洗(清潔)。此斜面蝕刻裝置144包括具有排出口170a之底部、柱狀防水蓋170，並且於其內部提供藉旋壓夾盤(spin chucks)172保持基板W之基板保持器174，此夾盤於基板周圍區域之特定點嵌入該基板W並且以表面朝上之方式水平地旋轉該基板W；上表面噴嘴176，幾近朝向握持於基板保持器174之基板W的上表面中央；以及背表面噴嘴178，幾近朝向基板W的背表面中央。根據此實施例，該基板保持器174直接連接至馬達150，而處理電極160則直接連接至馬達158。此外，藉基板輸送臂180進行基板W之裝載和卸載的工作。其餘部分的構造和上述第40及41圖中之實施例相同。

根據此實施例，藉基板保持器174上之基板W以及處理電極160的共同旋轉可有效藉電解加工清除形成或黏著於



五、發明說明 (46)

基板W周圍部分(斜面和邊緣部分)例如銅的材料，同時從純水供應噴嘴164供應純水或超純水至處理電極160和基板W周圍之間，以及在處理電極160和供應電極156之間供應已知電壓；並且從上表面噴嘴176供應純水至基板之上表面，以及從背表面噴嘴178供應純水至背表面而可同時進行基板W之上和背表面之清洗(清潔)。

第44圖仍為根據本發明另一實施例具有電解加工裝置36之基板處理裝置。在此基板處理裝置中，於相同使用於第39圖中所示實施例的反向機器32和電鍍裝置136之間提供可測量處理後之導電薄膜(準備處理之部分)厚度的第一薄膜厚度測量區168a，以及在清潔裝置130e和斜面蝕刻裝置144之間提供可測量電鍍後例如銅薄膜6(請看第85B圖)之導電薄膜(準備處理之部分)厚度的第二薄膜厚度測量區168b。其餘部分的構造和第39圖中所示相同。

根據此基板處理裝置，第二薄膜厚度測量區168b可測量在電鍍裝置136中藉電鍍處理後已沉積例如銅薄膜6(請看第85B圖)於基板W表面上之導電薄膜厚度，以及第一薄膜厚度測量區168a可測量在電解加工裝置36中電解加工後的導電薄膜厚度。藉測量結果之反饋，可調整電鍍時間和加工時間，或進行額外之電鍍或電解加工，因而可使例如銅薄膜6之導電薄膜的厚度更為均勻。

第45至47圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置。在此電解加工裝置中，可擺動和垂直移動之擺臂300的末端握持可旋轉之電極區302。配置於電極區302內之處



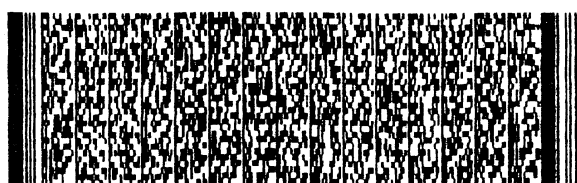
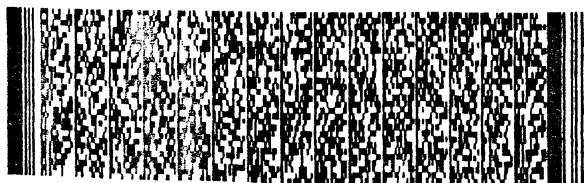
五、發明說明 (47)

理電極304和供應電極306可有效地電解加工被基板保持器308握持於上表面之基板W的表面。此實施例中亦可應用於其它之工件，而不僅限於基板。

在此電解加工裝置中，此電極區302內安裝一對矩形平板狀的電極310，平行而置並且面向基板保持器308所握持之基板W。其中一電極板310連接至陰極電源312而成為處理電極304，而另一電極板310則連接至陽極電源312而成為供應電極306。此可應用於例如銅之加工，因為銅之電解加工於陰極邊上進行。如上所述，視準備處理之材料，陰極邊可為供應電極，而陽極邊則可為處理電極。此處理電極(陰極)304和供應電極(陽極)306之表面分別被覆蓋以如上所述之離子交換器314a、314b。此外，提供純水噴嘴316做為液體供應區以供應純水或超純水至基板保持器308所握持之基板W和處理及供應電極304、306之間。

根據此實施例，處理電極邊之離子交換器314a和供應電極邊之離子交換器314b為相互隔開，並且分別和基板W相接觸。藉處理電極304和基板(工件)W之間以及供應電極306和基板(工件)W之間配置相互隔開之離子交換器314a、314b，並且利用超純水做為處理液體，故可有效加強加工效率。

在此連接中，當使用整合式離子交換器時，即處理電極304和供應電極306安裝於同一離子交換器，在處理電極304和供應電極306之間易發生所謂的短路(事實上為離子流動)而導致降低作用於工件表面之離子數量，因此會降



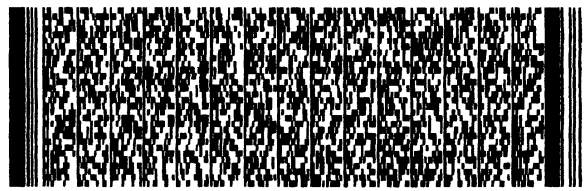
五、發明說明 (48)

低處理效率。在使用此類之整合式離子交換器時，加大處理電極和供應電極之間的距離可減低「短路」的發生。然而，未參與離子交換之區域會增加，因而不易使整個表面之處理區域獲得均勻的處理效率。

該離子交換器314a、314b之基材可為不織布、織布、薄片或多孔材料。如第48圖所示，該離子交換器314a或離子交換器314b可藉將離子交換器包裹於電極底部周圍而使其安裝於矩形處理電極304或供應電極306之上。同樣當處理電極304和供應電極306如第49圖所示呈圓柱形時，以例如不織布、織布、薄片或多孔材料組成之離子交換器314a、314b可藉將離子交換器包裹於電極周圍而使其分別安裝於各自的電極。

從純水噴嘴316供應超純水較供應純水為佳。此外，如上所述，可使用加入電解質之純水或超純水的電解質溶液，或藉純水或超純水中加入例如表面活化劑之添加物而使其電導率不超過 $500\ \mu\text{s}/\text{cm}$ 的液體。

根據此實施例，例如表面具有如第85B圖所示銅薄膜6之導電薄膜(準備處理之部分)的基板W，以基板保持器308握持其朝上之上表面，並且分別被電極區302之處理電極304之表面和供應電極306之表面所覆蓋，而使其接觸或接近基板W之表面。當基板W藉由基板保持器308而同時和電極區302一起旋轉時，供應純水或超純水至基板W和處理和供應電極304、306之間，並且供應電壓至處理電極304和供應電極306之間，因此可僅在處理電極(陰極)304底下進



五、發明說明 (49)

行例如銅薄膜6之導電薄膜的電解加工。

在此實施例之電解加工裝置中，如上述第28和29圖中所示之實施例，在基板保持器30旁提供再生區320，包括盛入例如稀釋酸溶液之再生槽318，可再生分別覆蓋處理電極304表面和供應電極306表面之安裝於電極區302下表面的離子交換器314a、314b。

如第50圖所示，離子交換器314a、314b各自表面(下表面)可黏著或層疊一層例如具有極佳平坦度之薄膜的多孔物體322a、322b。此層疊之材料可進一步加強基板W之處理表面的平坦度。此多孔物體322a、322b和織布可為離子交換器。

如第51圖所示，亦可應用無覆蓋離子交換器314a、314b之處理電極304和供應電極306使其接近基板W，並且供應純水或超純水、或電導率不超過 $500\mu\text{s}/\text{cm}$ 的液體至處理電極及供應電極304、306和基板W之間的方式進行電解加工。

此外，如第52圖所示，亦可使用交流(AC)電源312a而使該成對之電極板310可轉換於處理電極304和供應電極306之間。此外，如第53圖所示，可藉盛入例如純水或超純水之液體18的水槽182，將例如表面具有銅薄膜6之導電薄膜而表面朝上的基板W浸入此液體18中，並且使處理電極304和供應電極306接近該基板W的方式進行導電薄膜之電解加工。

如上所述，在例如銅之電解加工中，以處理電極304



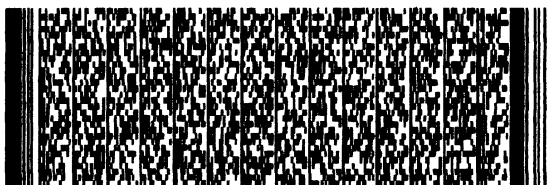
五、發明說明 (50)

之表面(下表面)做為陰極進行加工處理。因此，當處理電極(陰極)304和供應電極(陽極)306如第54A圖所示被配置於基板W之弦方向而進行基板W之旋轉時，供應電極(陽極)306必需置於基板旋轉方向的上游邊。原因為如果面向處理電極(陰極)304之基板表面區域經電解加工而清除導電薄膜，不可能再從供應電極306供應電流。應瞭解，如果如第54B圖所示以徑向配置該處理電極(陰極)304和供應電極(陽極)306，以及如第52圖所示利用交流電源時，即無此限制。

如第55圖所示，可將處理電極304表面和供應電極306表面之覆蓋整合成單一的離子交換器314c。此可便於處理電極304和供應電極306之生產，並且可進一步降低其電阻。

或者，如第56圖所示，於基板W之上方配置可覆蓋整個基板W表面之離子交換器314d，並且從純水噴嘴316供應純水或超純水至離子交換器314d而使此離子交換器314d充滿純水或超純水中、或持續使此離子交換器314d浸入於純水或超純水中，並且將處理電極304和供應電極306置於離子交換器314d之上表面。如此更易於更換電解加工後受損之離子交換器314d。雖未繪圖說明，亦可配置離子交換器使其覆蓋部分的基板表面，並且將處理電極304和供應電極306置於離子交換器之上表面。

此配置方式中，如第57和58圖所示，可在配置於基板保持器308相反邊的供應軸324和捲軸326之間安裝長條狀



五、發明說明 (51)

離子交換器 314e，而經由馬達 327 帶動捲軸 326 之旋轉而不斷地捲動該離子交換器 314e。如此即可以連續的方式更換該離子交換器。此實施例所示之電解加工裝置和第 5 圖之裝置具有類似之構造，但是使用大致上具有相同直徑的基板保持器 46 和電極區 48，並且在離子交換器 314e 整個長度的延伸方向配置純水噴嘴 74a，其位於離子交換器 314e 轉動方向之電極區 48 的上游。在第 57 和 58 圖的實施例中，該離子交換器 314e 可在低速下斷續地捲動。或者，亦可在加工過程中將離子交換器 314e 固定於電極區 48 之位置，而當其損壞或有雜物積聚其上時以一定的距離長度捲動該離子交換器，因而使其有乾淨的處理表面。

此外，如第 59 和 60 圖所示，可在長條狀之離子交換器 314e 上藉印刷或層疊的方法在離子交換器長度方向的特定間距配置矩形的電極區 328，故當該離子交換器 314e 被捲至一次使用之長度時，其兩個鄰近電極區 328 其中之一可連接至陰極之電源 312 (請看第 55 圖) 而成為處理電極 304，另一個則連接至陽極而成為供應電極 306。如此可不必分開提供電極區，而因此使裝置更為簡化。

此外，如第 61 圖所示，其電極區 304 可呈柱狀，並且可被環狀之供應電極 306 所環繞。此時，僅在陰極之下進行例如銅之電解加工處理。因此，該處理電極 304 和供應電極 306 之配置，以能在最短的途徑使電流流經電極 304、306 之間較佳。藉供應電極 306 配置於處理電極 304 周圍的方法，全部的電流能以最短的途徑從供應電極 306 流至處



五、發明說明 (52)

理電極304，因此可提高電流的效率並且減少耗電量。雖然未繪圖說明，此外，亦可使環狀處理電極環繞柱狀供應電極。下述實施例之說明亦為相同之情形。

亦可如第62圖所示以矩形框之供應電極306圍繞稜形的處理電極304。此外，如第63圖所示，亦可以多數個稜形供應電極306圍繞稜形之處理電極304。上述第46至56圖以及第61至63圖所示有關電極配置形狀之實例均可應用於第45圖中之電解加工裝置。

第64和65圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置。在此電解加工裝置中，處理電極304和供應電極306均呈柱狀，並且離子交換器314f、314g分別安裝於處理電極304之周圍表面和供應電極306之周圍表面。此處理電極304和供應電極306以一定距離平行配置而使它們的中央軸和基板W相互平行。在操作中，從處理電極304和供應電極306之間的純水噴嘴316供應純水或超純水，同時處理電極304和供應電極306以能捲入供應自純水噴嘴316之純水或超純水的相反方向旋轉。

根據此實施例，電解加工之進行可藉接觸或接近離子交換器314f、314g之基板W的旋轉，同時，當供應純水或超純水至處理電極304和供應電極306之間時，處理電極304和供應電極306圍繞它們各自中央軸而旋轉，並且供應一定之電壓於處理電極304和供應電極306之間。在此電解加工中，電極反應或電化學反應之反應產物隨著反應之進展會阻礙反應之效果。然而，根據此實施例，藉供應純水

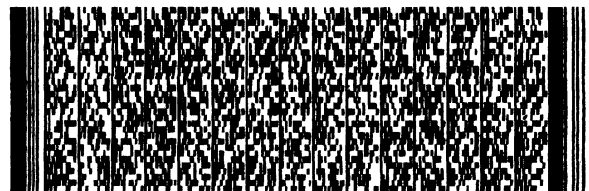
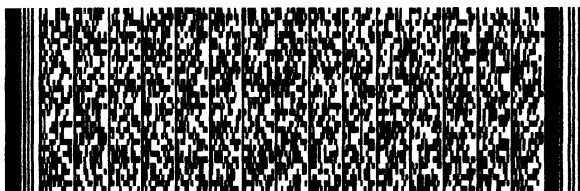


五、發明說明 (53)

或超純水至以相反方向旋轉而可捲入供應水之柱狀電極304、306之間，可於基板表面上產生流動之純水或超純水，而此流動之純水或超純水可有效地排出該多餘之產物。此外，以上述方法配置柱狀電極304、306可使電極304、306線性接觸或接近基板W，因此可加強該加工表面之平坦度。

第66和67圖為另一種不同於上述第64和65圖所述之電解加工裝置。在此電解加工裝置中，使用大致和基板W直徑相同長度的電極做為柱狀處理電極304和供應電極306，並且該處理電極304和供應電極306經由馬達200和一對相互嚙合的正齒輪(spur gears)202a、202b而以相反的方向旋轉。此外，此電解加工裝置包括具有排出口204a之底部柱狀防水蓋204，並且設置於其內部；藉旋壓夾盤206，用以保持基板W之基板保持器208，此夾盤於基板周圍區域之特定點嵌入該基板W並且以前表面朝上之方式水平地旋轉該基板W；以及背表面噴嘴210，幾近朝向基板W的背表面中央。基板保持器208直接連接至馬達212。以基板輸送臂214進行基板W之裝載和卸載工作。其餘部分的構造和第64及65圖相同。

根據此實施例，基板W表面之電解加工為經由基板保持器208而帶動基板W旋轉之方式進行，並且在此同時，處理電極304和供應電極306圍繞它們各自中央軸而旋轉；以及從背表面噴嘴210供應純水至基板W之背表面而同時進行基板W之背表面的清洗(清潔)。

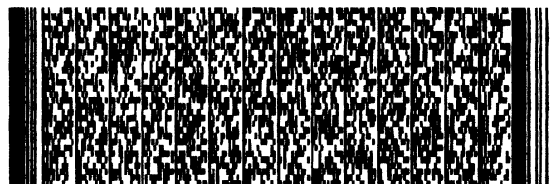


五、發明說明 (54)

第68圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置。在此電解加工裝置中，處理電極304為繞著和基板W平行之中心軸而旋轉的柱狀電極。離子交換器314f安裝在處理電極304之外周圍表面。從處理電極304和基板W之間的純水噴嘴316供應純水或超純水。此外，供應電極306為可供電之饋電夾盤(feeding chuck)330，直接接觸形成於基板表面之導電薄膜以供應電源。此饋電夾盤330連接位於基板W背面之供應電極而至基板W之導電薄膜。即使該基板W背面為由例如二氧化矽之絕緣薄膜所組成，仍可經由此饋電夾盤330而從背面供電。

第69圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置。在此電解加工裝置中，處理電極304為矩形扁平板狀的電極。離子交換器314a安裝在面向基板W的電極表面。從處理電極304和基板W之間的純水噴嘴316供應純水或超純水。此外，供應電極306為觸針狀(contact pin-like)電極，直接和形成於基板W表面例如銅薄膜6(請看第85B圖)之導電薄膜(準備處理之部分)相接觸以供應電源。於供應電極306和導電薄膜接觸之後此供應電極306之接觸部位以不在導電薄膜上留下痕跡較佳。可使供應電極306接觸形成於基板W之斜面部分例如銅薄膜6之導電薄膜，因而可在後來的斜面蝕刻步驟中清除形成於斜面部分的導電薄膜。

第70和71圖為根據本發明另一實施例之電解加工裝置，從上表面的斜面供應電源。此電解加工裝置和第28和29圖之電解加工裝置不同之處如下：



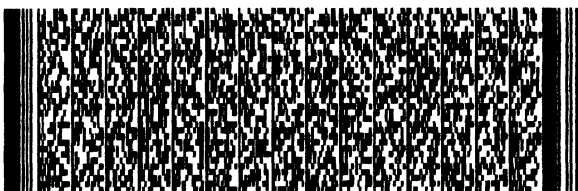
五、發明說明 (55)

配置於電極區48下方的基板保持器46設計成以表面朝上之方式握持該基板W並且藉馬達68之啟動而旋轉，以及供應電極306和置於基板保持器46上之基板W的周圍部分在沿著基板保持器46周邊方向的特定位置相接觸。此供應電極306連接延伸自電源80之陽極。

另一方面，於該可垂直移動、擺動和旋轉之電極區48提供處理電極304(50)，連接通過形成於驅動軸66至集電環78內之中空部分而延伸自電源80的陰極，然後再從集電環78延伸通過空心馬達70之空心部分。處理電極304(50)之表面上(下表面)安裝離子交換器314a(56)。其餘構造則和第28和29圖所示相同。

根據此實施例，下降該電極保持器48而使離子交換器314a(56)接觸或接近被基板保持器46所握持之基板W的表面。在供應純水或超純水至基板之上表面時，經由電源80供應已知電壓於處理電極304(50)和供應電極306之間，並且在基板保持器46和電極區旋轉的同時擺臂沿著基板W之上表面移動該電極區，因而進行基板W表面之電解加工。

第72和73圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置，做為斜面蝕刻裝置之用途。此電解加工裝置之構造基本上和上述第69圖中之電解加工裝置相同。在此電解加工裝置中，離子交換器314a安裝在接觸或接近基板W斜面部分之處理電極304上，以及供應電極306直接接觸形成於基板W表面例如銅薄膜6之導電薄膜(準備加工之部分)。處理電極304可為如第72圖較厚的一種，或如第73圖較薄的一



五、發明說明 (56)

種。此斜面蝕刻裝置可處理如第74圖所示呈銳角外形(階梯形)6a之例如銅6的導電薄膜。

第75和76圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置，做為斜面蝕刻裝置之用途。此電解加工裝置不同於第42和43圖中之電解加工裝置在於：此電解加工裝置中，使用下表面彎曲部分160b具有配合基板W斜面上半部分之形狀的不可旋轉平板狀電極做為處理電極160，以及使用觸針狀電極做為供應電極156。離子交換器162安裝在處理電極160之下表面。使此離子交換器162接觸或接近基板W之斜面部分，因而可進行基板W斜面上半部分的電解加工。其餘的構造和第42和43圖中所示相同。根據此實施例，在進行斜面上半部分之電解拋光時，可同時進行基板上和背表面之清洗(清潔)。

第77圖為不同於上述之電解加工裝置。此電解加工裝置不同於上述第75和76圖之電解加工裝置在於使用較厚的處理電極160。其餘的構造則和第75和76圖所示相同。

如第78圖所示，以電壓計332a、332b監控處理電極304和離子交換器314a之間以及離子交換器314a和例如銅薄膜6(請看第85B圖)之導電薄膜(準備處理之部分)之間的電壓較佳，並且將監控之資料輸送至控制器334以保持電壓之恒定，以及利用電流表336監控流經處理電極304和供應電極306之間的電流，並且將監控之資料輸送至控制器334以保持處理電極304和供應電極306之間電流的穩定。此可抑制電極表面上或例如銅薄膜之導電薄膜表面上產生



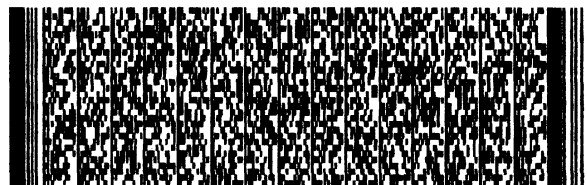
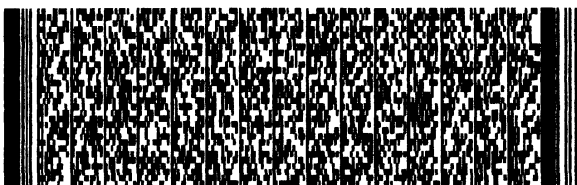
五、發明說明 (57)

副反應(side reactions)，因而避免雜質的產生。如果電極表面上形成雜質時，保持恒定的電流可避免加工速率的降低。

當例如第85B圖具有銅薄膜6形成於表面之基板W在控制的恒定電流下進行電解加工時，減小暴露於銅薄膜6(如第85C圖所示，僅有銅存在溝槽中)組成之連接線圖案的處理面積可增加電流密度(每單位面積之電流)，因而可增加清除速率。由於基板之電解加工控制在恒定之電流，因而在暴露於連接線之前和後有不同的清除速率，而使其附近之加工控制發生困難。此外，在連接線圖案上銅薄膜6的加工中，隨著薄膜厚度的減少會增加供應之電壓。過高的電壓易導致放電。從耗電量的角度衡量，亦以使用較低的電壓為佳。

當以控制之恒定電壓進行加工時，另一方面，在暴露於連接線之圖案下電流隨之降低，因而可抑制電流密度的上升。此外，由於維持恒定的電壓，因此無放電之虞。並且，由於電流隨著薄膜厚度的減小而降低，故不會增加其耗電量。然而，處理速率會隨著電流的變化而改變。當電流過低時，處理模式會從清除狀態轉變成氧化薄膜之形成。

當此處理在控制的恒定電流密度下進行時，在暴露於連接線之前和後不會改變處理速率，因此可在恒定之處理速率下進行清除工作。然而，為了達到有效控制之目的，必需在暴露於連接線之前的特定時刻改變電流(確實地降



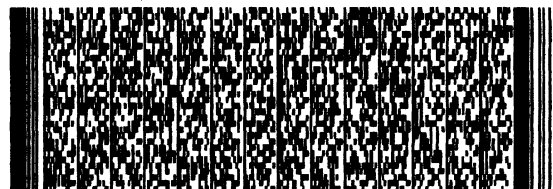
五、發明說明 (58)

低)。因此，對於各式各樣的連接線圖案而言是一項困難的工作。

依上述之角度並且儘量利用上述控制方法的優點而言，為使具有恒定之處理速率而達容易控制之目的，可考在接近暴露於連接線圖案之前首先控制電流之穩定，然後再改變為恒定之電壓控制，其已無電壓升高之虞並且可抑制電流密度的增加。

第79和80圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置，例如銅薄膜之導電薄膜(準備處理之部份)形成於整個基板W周圍之表面以配合此電解加工之進行。在此電解加工裝置中，呈矩形平板狀之處理電極304和供應電極306被配置於基板W之相反邊的位置。因此，在此實施例中，位於基板W上表面之電極板連接至電源312之陰極以做為處理電極304，以及位於基板W下表面之電極板連接至陽極以做為供應電極306。離子交換器314a、314b則分別安裝於處理電極304面向基板W之表面上，以及供應電極306面向基板W之表面上。供應純水或超純水至處理電極304和基板W之間的純水噴嘴316a被配置於基板W之上表面，以及供應純水或超純水至供應電極306和基板W之間的純水噴嘴316b被配置於基板W之下表面。

操作時，使分別安裝於處理電極304上和供應電極306上之離子交換器314a、314b接觸或接近基板W，而從處理電極304和基板W之間的純水噴嘴316a，以及從供應電極306和基板W之間的純水噴嘴316b供應純水或超純水，因而



五、發明說明 (59)

電解加工基板W面向處理電極304的部分；並且可移動基板W和處理電極304或二者之一，故可進行在處理電極304之一邊之整個基板W表面上的電解加工。供應電極可直接連接至基板W。此外，如前述之實施例，可使用電解質溶液或電導率不超過 $500\mu\text{s}/\text{cm}$ 之液體以代替純水或超純水。

第81和82圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置。此電解加工裝置應用周圍表面覆蓋離子交換器314f之柱狀處理電極304，並且繞著和基板W平行之中心軸而旋轉。其餘的構造和第79和80圖中所示相同。使用此類柱狀可旋轉處理電極304可使該處理電極304以線性的方式接觸或接近該基板W，因而可加強處理表面之平坦度。

第83和84圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置。此電解加工裝置利用球形或橢圓形之處理電極304，並且繞著和基板W垂直之中心軸而旋轉。此處理電極304之下半部覆蓋以離子交換器314h。其餘的構造和第79和80圖中所示相同。使用此種球形或橢圓形處理電極304可使離子交換器314h以點的方式接觸或接近該基板W，因而可處理點或彎曲的表面。此外，可藉旋轉球形之處理電極而加強處理表面之均勻度。當然，此類球形處理電極亦可應用於前述之實施例中，此外，亦可使用球形或超球形之供應電極。

根據上文中本發明之實施例，電解加工例如基板之工件，可利用電化學作用代替例如化學機械拋光之處理，故不致使工件因產生任何物理損傷而影響工件之性能。本電



五、發明說明 (60)

解加工裝置可有效清除(清潔)黏著於例如基板之工件表面上的物質。因此，本發明可完全取代化學機械拋光之處理，或至少可減輕一部份化學機械拋光之工作負荷量。而且，甚至可僅以純水或超純水進行此基板之電解加工。完全可排除例如電解質之雜質黏著或殘留於基板表面之可能性，不但可簡化清除處理後之清潔過程，並且可減輕清理廢棄液體之負荷。

本文雖然已詳細說明本發明特定之較佳實施例，應瞭解，可於其中進行各種不同之變化和改良而不致偏離本發明附加之申請專利範圍。



圖式簡單說明

[圖式之簡單說明]

第1圖為根據本發明電解加工裝置之電解加工原理的圖式說明，離子交換器安裝於處理電極和供應電極上，以及供應液體於處理電極、供應電極和基板(工件)之間；

第2圖為根據本發明電解加工裝置之電解加工原理的圖式說明，離子交換器僅安裝於處理電極上，以及供應液體於處理電極和基板(工件)之間；

第3圖為根據本發明電解加工裝置之電解加工原理的圖式說明，處理電極和供應電極配置於靠近基板之處，以及供應純水或電導率不超過 $500\mu\text{s}/\text{cm}$ 之液體至處理電極、供應電極和基板(工件)之間；

第4A和4B圖為根據本發明第一實施例之基板處理裝置之平面配置圖；

第5圖為根據本發明之一實施例，設置於第4圖之基板處理裝置內之電解加工裝置的垂直剖面前視圖；

第6圖為第5圖之電解加工裝置的平面圖；

第7圖為設置於第4圖中之電解加工裝置之電極板的平面圖；

第8圖為另一種離子交換器的橫剖面圖；

第9A和9B圖為另一種電極板的平面圖；

第10A和10B圖為又另一種電極板的平面圖；

第11A和11B圖仍為其它電極板的平面圖；

第12圖仍為另一種電極板的平面圖；

第13圖仍為另一種電極板的平面圖；



圖式簡單說明

第14A和14B圖分別為電流和時間之間，以及施加電壓和時間之間的關係圖，以電解加工在基板表面上形成兩層不同材料之層疊薄膜；

第15圖為第5圖之電解加工裝置之不同變化的平面圖；

第16圖為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖；

第17圖為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖，其設置於第16圖之基板處理裝置內；

第18圖為第17圖之電解加工裝置的平面圖；

第19A圖為第17圖之基板保持器和電解加工裝置之電極區之間的關係之平面圖，以及第19B圖為第19A圖沿著A-A連線之橫剖面圖；

第20圖為不同於第17圖之電解加工裝置中所使用之電極板的平面圖；

第21圖為第20圖之電極板的垂直剖面前視圖；

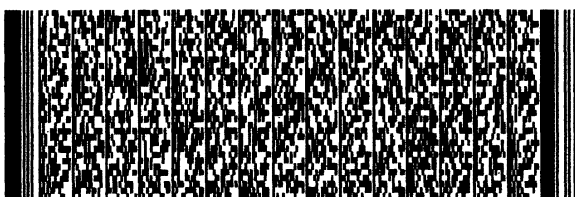
第22圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；

第23圖為第22圖之電解加工裝置的平面圖；

第24圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；

第25圖為第24圖之電解加工裝置的平面圖；

第26圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；



圖式簡單說明

第27圖為第26圖之電解加工裝置的平面圖；

第28圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；

第29圖為第28圖之電解加工裝置的平面圖；

第30圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；

第31圖仍為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖；

第32圖為化學機械拋光裝置的剖面示意圖；

第33圖仍為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖；

第34圖仍為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖；

第35圖仍為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖；

第36圖為電鍍裝置的剖面示意圖；

第37圖為退火裝置的垂直剖面圖；

第38圖為退火裝置的水平剖面圖；

第39圖仍為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖，其中包含傾斜蝕刻裝置；

第40圖為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意圖，其用做傾斜蝕刻裝置；

第41圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置之主要部分的放大剖面圖，其用做傾斜蝕刻工具；



圖式簡單說明

第42圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖，其用做傾斜蝕刻裝置；

第43圖為第42圖之傾斜蝕刻裝置的平面圖；

第44圖仍為根據本發明另一實施例之基板處理裝置的平面配置圖；

第45圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意平面圖；

第46圖為第45圖之電解加工裝置之處理電極和供應電極的示意透視圖；

第47圖為第45圖之電解加工裝置之處理電極和供應電極的示意前視圖；

第48A和48B圖分別為矩形電極上安裝離子交換器的透視和前視圖；

第49A和49B圖分別為柱狀電極上安裝離子交換器的透視和前視圖；

第50圖為其它處理和供應電極之示意前視圖；

第51圖仍為其它處理和供應電極之示意前視圖；

第52圖仍為其它處理和供應電極之示意前視圖；

第53圖仍為其它處理和供應電極之示意前視圖；

第54A和54B圖為處理電極和供應電極相對於基板之不同配置的說明圖；

第55圖為其它處理電極、供應電極和離子交換器之示意前視圖；

第56圖仍為其它處理電極、供應電極和離子交換器之



圖式簡單說明

示意前視圖；

第57圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；

第58圖為第57圖之電解加工裝置的平面圖；

第59圖仍為另一離子交換器的透視圖；

第60圖為第59圖之離子交換器的前視圖；

第61A和61B圖仍分別為處理電極和供應電極之另一配置的前視和透視圖；

第62圖仍為處理電極和供應電極之另一配置的平面圖；

第63圖仍為處理電極和供應電極之另一配置的平面圖；

第64圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意透視圖；

第65圖為第64圖之電解加工裝置的示意側視圖；

第66圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖；

第67圖為第66圖之電解加工裝置的平面圖；

第68圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意前視圖；

第69圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意前視圖；

第70圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的垂直剖面圖；



圖式簡單說明

第71圖為第70圖之電解加工裝置的平面圖；

第72圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意透視圖，其用做傾斜蝕刻裝置；

第73圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意透視圖，其用做傾斜蝕刻裝置；

第74圖為在第72圖或第73圖之電解加工裝置中進行電解加工後之基板狀態的說明圖；

第75圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的橫剖面圖，其用做傾斜蝕刻裝置；

第76圖為第75圖之電解加工裝置的平面圖；

第77圖為第75圖之電解加工裝置之不同變化的平面圖；

第78圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意前視圖；

第79圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意透視圖；

第80圖為第79圖之電解加工裝置的示意前視圖；

第81圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意前視圖；

第82圖為第81圖之電解加工裝置的示意前視圖；

第83圖仍為根據本發明另一實施例之電解加工裝置的示意前視圖；

第84圖為第83圖之電解加工裝置的示意前視圖；以及

第85A至85C圖為按處理步驟之順序形成銅互連接線的



圖式簡單說明

說明圖。

[元件符號說明]

1	半導體基底	1a	導電層
2	絕緣薄膜	3	接觸孔
4	溝槽	5	阻隔層
6	銅薄膜	6a	銳角外形(階梯形)
7	種子層	10	工件
10a	工件的原子	12a、12b	離子交換器
14、50、160、304	處理電極		
16、62、156、306	供應電極		
17、80、154、312	電源	18	液體
19	液體供應區	20	水分子
22	氫氧化物離子	24	氫離子
26	反應產物	30	裝載/卸載設備
32	反向機器		
34、34a、34b	推動器		
36、36a、36b、36c、36d、36e、36f	電解加工裝置		
38、38a	輸送自動裝置	38c	第一輸送自動裝置
38d	第二輸送自動裝置	42	監控器
44、86、300	擺臂	44a	升降桿
46、152、174	基板保持器	48、302	電極區
48a、50a、414a	通孔	48b	肋片
53、82a、82b、102	絕緣體	56、162	離子交換器
56a、56b	陰離子交換器	56c	軟式離子交換器



圖式簡單說明

56d 硬式離子交換器

60、60a、64、68、150、158、200、212、327 馬達

62、62a 滾珠螺絲

66、104 旋轉軸

70 空心馬達

72 純水供應管

74、74a、316、316a、316b

純水噴嘴

76、310 電極板

78 集電環

84、90、320 再生區

88 再生罩

90 超純水噴嘴

94、318 再生槽

100 碟狀底部

112 化學機械拋光(CMP)裝置

120 拋光布

122 拋光台

124 頂環

126 拋光液噴嘴

128 修整器

130、130d、130e 清潔裝置

130a 第一清潔裝置

130b 第二清潔裝置

132 暫時儲存台

136 電鍍裝置

140 退火裝置

144 斜面蝕刻裝置

160a 溝槽

160b 彎曲部分

164 純水供應噴嘴

168a 第一薄膜厚度測量區

168b 第二薄膜厚度測量區

170、204 防水蓋

170a、204a 排出口

172、206 旋壓夾盤

176 上表面噴嘴

178 背表面噴嘴

180、214 基板輸送臂

182 水槽

202a、202b 正齒輪

208 基板保持器

210 背表面噴嘴

230 電鍍液



圖式簡單說明

232 電鍍槽	234、308 基板保持器
236 陽極板	238 電鍍液排出管
312a 交流(AC)電源	
314a、314b、314c、314d、314f、314g、314h 離子交換器	
322a、322b 多孔物體	324 供應軸
326 捲軸	328 電極區
330 饋電夾盤	332a、332b 電壓計
334 控制器	336 電流表
400 防止旋轉機械裝置	402、404 凹坑
406、408 軸承	409、410 離心軸
412 連結元件	414 主軸
416 驅動端	1000 閘門
1002 室	1004 加熱板
1006 冷卻板	1008 升降銷
1010 氣體引入管	1012 氣體排放管
1014a、1014b 濾過器	1016 氮氣引入管
1018 氮氣引入管	1020 混合器
1022 混合氣體引入管	A、B 材料
D 距離	"e" 離心率
O ₁ 電極區之旋轉中心	O ₂ 基板保持器之旋轉中心
S 薄膜厚度感應器	W 基板

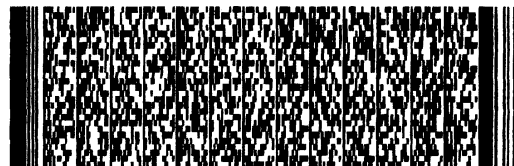
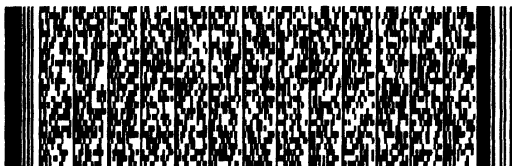


四、中文發明摘要 (發明之名稱：電解加工裝置及基板處理裝置)

提供一種電解加工裝置，包括：接觸或接近工件之處理電極；用以供電至該工件的供應電極；至少在該工件和處理電極之間以及在該工件和供應電極之間其中之一安裝離子交換器；用以施加電壓於該處理電極和該供應電極之間的電源；以及供應液體至該工件和至少該處理電極和該供應電極其中之一之間的空間之液體供應區，其中該空間已安裝離子交換器。亦提供具有該電解加工裝置之基板處理裝置。

英文發明摘要 (發明之名稱：ELECTROLYTIC PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS)

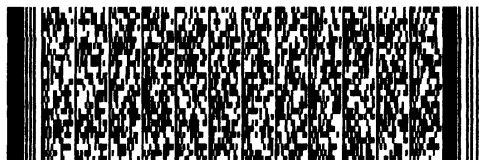
There is provided an electrolytic processing device including: a processing electrode brought into contact with or close to a workpiece; a feeding electrode for supplying electricity to the workpiece; an ion exchanger disposed in at least one of the spaces between the workpiece and the processing electrode, and between the workpiece and the feeding electrode; a power source for applying a voltage between the processing electrode and the feeding electrode; and a liquid



四、中文發明摘要 (發明之名稱：電解加工裝置及基板處理裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：ELECTROLYTIC PROCESSING DEVICE AND SUBSTRATE PROCESSING APPARATUS)

supply section for supplying a liquid to the space between the workpiece and at least one of the processing electrode and the feeding electrode, in which the ion exchanger is present. A substrate processing apparatus having the electrolytic processing device is also provided.



六、申請專利範圍

1. 一種電解加工裝置，包括：

接觸或接近工件之處理電極；

用以供電至該工件的供應電極；

至少在該工件和該處理電極之間以及在該工件和該供應電極之間其中之一安裝離子交換器；

用以施加電壓於該處理電極和該供應電極之間的電源；以及

用以供應液體至該工件和至少該處理電極和該供應電極其中之一之間的空間之液體供應區，其中該空間已安裝該離子交換器。

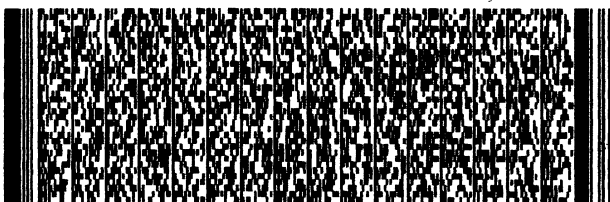
2. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該液體為電導率不超過 $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 之之純水。

3. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該離子交換器分開地配置於該處理電極和該工件之間，以及該供應電極和該工件之間。

4. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該離子交換器以整合之構造配置於該處理電極和該工件之間，以及該供應電極和該工件之間。

5. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該離子交換器覆蓋該基板之準備處理之表面，並且配置於該處理電極和該工件之間，以及該供應電極和該工件之間。

6. 如申請專利範圍第5項之電解加工裝置，其中該離子交換器以順序地伸長及縮短於供應軸和捲軸之間。



六、申請專利範圍

7. 如申請專利範圍第6項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極沿著該離子交換器之長度之特定的間距以交替的方式安裝在該離子交換器上。
8. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該離子交換器具有吸水性。
9. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該離子交換器具有陰離子交換能力和陽離子交換能力，或其中之一。
10. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，其中該離子交換器以多孔物體覆蓋。
11. 如申請專利範圍第1項之電解加工裝置，復包括再生該離子交換器之再生區。
12. 一種電解加工裝置，包括：
 - 接觸或接近工件之處理電極；
 - 用以供電至該工件的供應電極；
 - 用以施加電壓於該處理電極和該供應電極之間的電源；以及
 - 用以供應純水或電導率不超過 $500\mu\text{S}/\text{cm}$ 之液體於該工件和該處理電極之間的液體供應區。
13. 如申請專利範圍第2或12項之電解加工裝置，其中該純水為超純水。
14. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極至少其中之一呈矩形平板狀。
15. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處



六、申請專利範圍

理電極和該供應電極至少其中之一呈柱狀，並且以其中央軸平行該工件之準備處理之表面的方式配置。

16. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極至少其中之一呈球形或橢圓形。
17. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極至少其中之一具有符合該工件之形狀的凹陷部分或凸起部分，並且藉由允許該工件面對該凹陷或該凸起部分，而執行該工件的處理。
18. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中至少該處理電極和該工件之間以及該供應電極和該工件之間之其中之一，呈相對運動。
19. 如申請專利範圍第18項之電解加工裝置，其中該相對運動為旋轉、往返、離心旋轉或捲軸運動，或混合上述各種之運動。
20. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極以一電極圍繞另一電極之方式配置方式。
21. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極至少其中之一呈扇形之形狀。
22. 如申請專利範圍第1或12項之電解加工裝置，其中該處理電極和該供應電極至少其中之一以線性或圓形的方式配置。
23. 一種基板處理裝置，包括：
用以將基板攜進攜出之基板攜進攜出區；



六、申請專利範圍

電解加工裝置；以及

輸送該基板於該基板攜進攜出區和該電解加工裝置之間的輸送裝置；

其中該電解加工裝置包括接觸或接近工件之處理電極，用以供電至該工件的供應電極，至少安裝在該工件和該處理電極之間以及在該工件和供應電極之間其中之一的離子交換器，用以施加電壓於該處理電極和該供應電極之間的電源，以及用以供應液體至該工件和至少該處理電極和該供應電極其中之一之間的空間之液體供應區，其中該空間已安裝離子交換器。

24. 一種基板處理裝置，包括：

用以將基板攜進攜出之基板攜進攜出區；

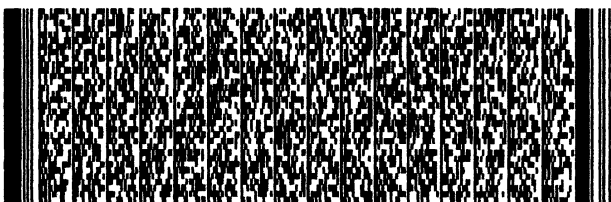
電解加工裝置；以及

輸送該基板於該基板攜進攜出區和該電解加工裝置之間的輸送裝置；

其中該處理加工裝置包括接觸或接近工件之處理電極，用以供電至該工件的供應電極，用以供應電壓於該處理電極和該供應電極之間的電源，以及用以供應純水或電導率不超過 $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ 之液體於該工件和該處理電極之間的液體供應區。

25. 如申請專利範圍第23或24項之基板處理裝置，復包括用以清潔由該電解加工裝置處理之該基板的清潔裝置。

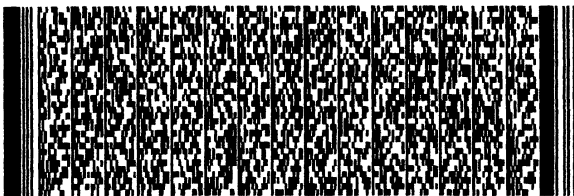
26. 如申請專利範圍第23或24項之基板處理裝置，復包括



六、申請專利範圍

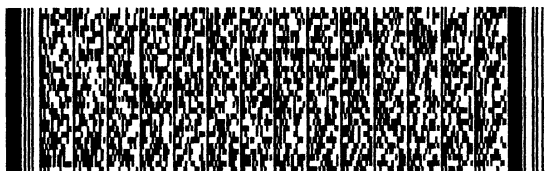
用以化學機械拋光該基板之表面之化學機械拋光裝置。

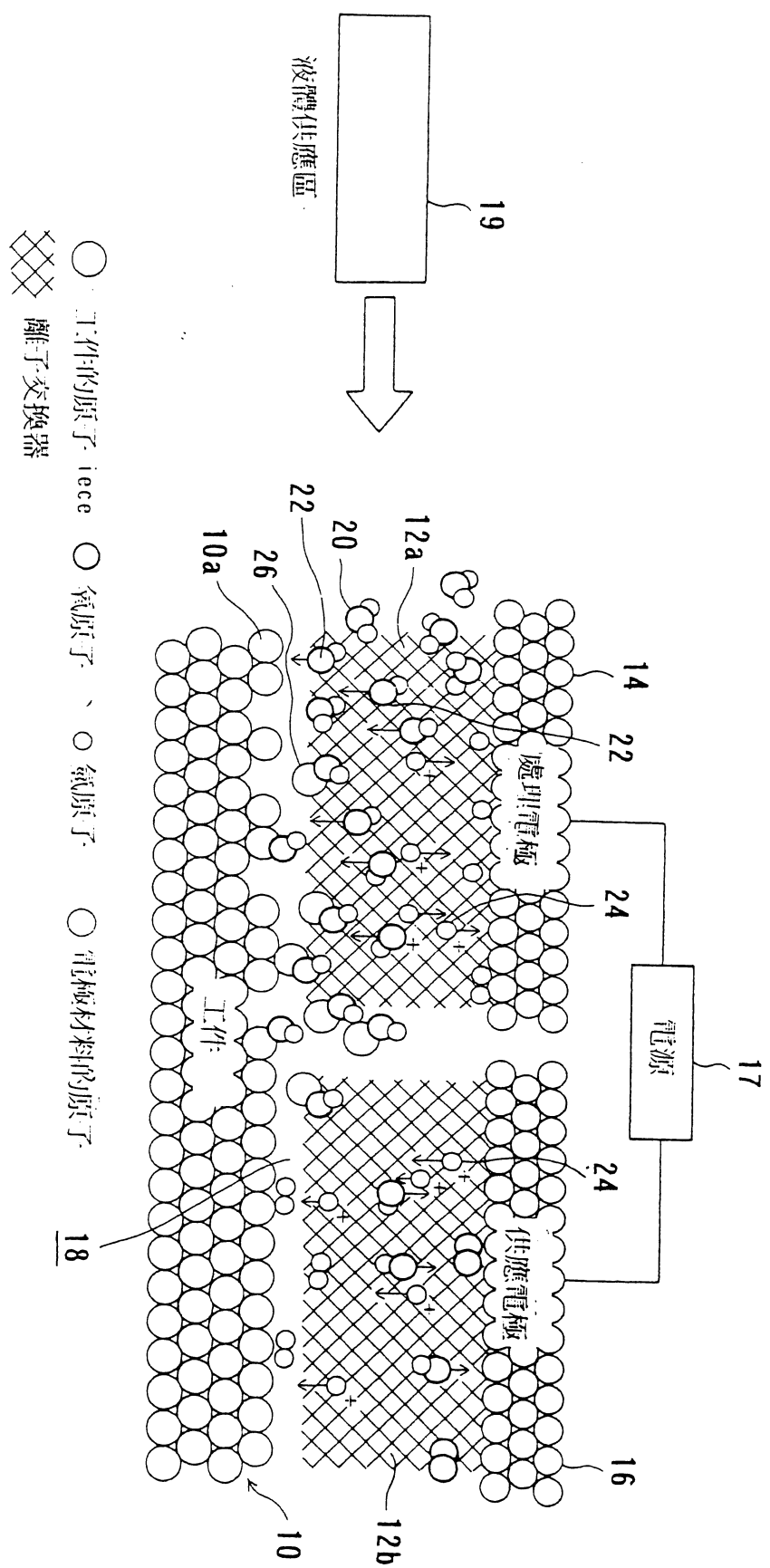
27. 如申請專利範圍第26項之基板處理裝置，復包括用以清潔由該化學機械拋光裝置拋光之該基板的清潔裝置。
28. 如申請專利範圍第23或24項之基板處理裝置，復包括於該基板之表面之準備加工部分形成薄膜之薄膜形成裝置。
29. 如申請專利範圍第28項之基板處理裝置，復包括至少用於清潔由該薄膜形成裝置形成而準備加工部分之清潔裝置，以及用於退火該準備加工部分之退火裝置其中之一。
30. 如申請專利範圍第29項之基板處理裝置，復包括用以蝕刻形成或黏著於該基板之周圍而準備加工部分之斜面蝕刻裝置。
31. 如申請專利範圍第30項之基板處理裝置，其中以電解加工在該斜面蝕刻裝置內進行該準備蝕刻處理之部分。
32. 如申請專利範圍第26項之基板處理裝置，復包括在該化學機械拋光裝置拋光過程中或之後測量準備加工部份之薄膜厚度的薄膜厚度測量區。
33. 如申請專利範圍第28項之基板處理裝置，復包括在該薄膜形成裝置的薄膜形成過程中或之後測量該準備加工部份之薄膜厚度的薄膜厚度測量區。



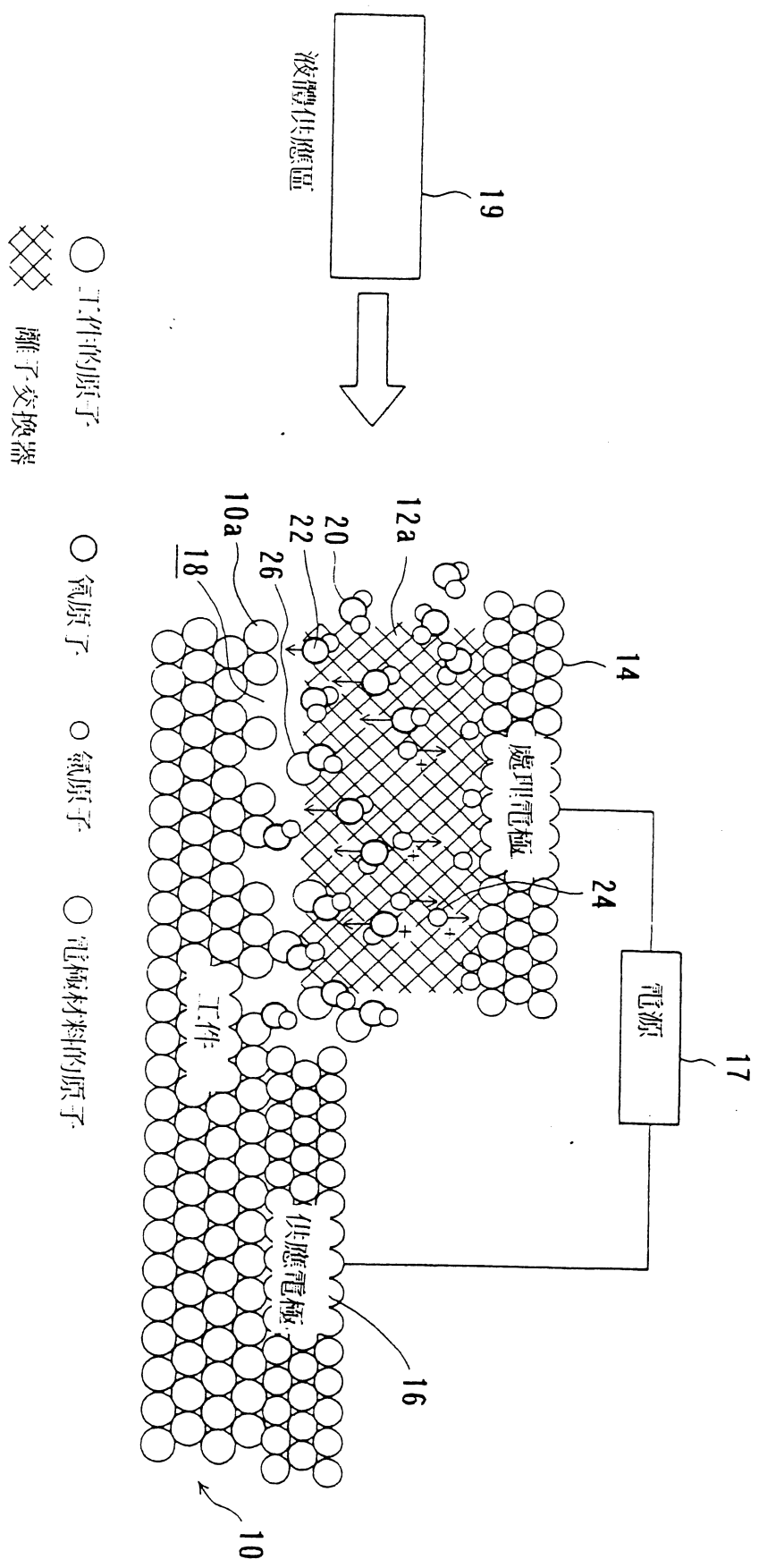
六、申請專利範圍

34. 如申請專利範圍第28項之基板處理裝置，其中以電鍍法在該薄膜形成裝置內形成該薄膜。
35. 如申請專利範圍第23或24項之基板處理裝置，復包括在施加電壓於該供應電極和該處理電極時，用以至少監控電解電流和電解電壓其中之一之監控器。
36. 如申請專利範圍第23或24項之基板處理裝置，復包括用於最後乾燥已加工之該基板的乾燥裝置。
37. 如申請專利範圍第35項之基板處理裝置，其中該監控器復監控於加工中之該基板之狀態變化，以偵測加工之終點。
38. 如申請專利範圍第23或24項之基板處理裝置，復包括偵測該加工終點之薄膜厚度偵測區。

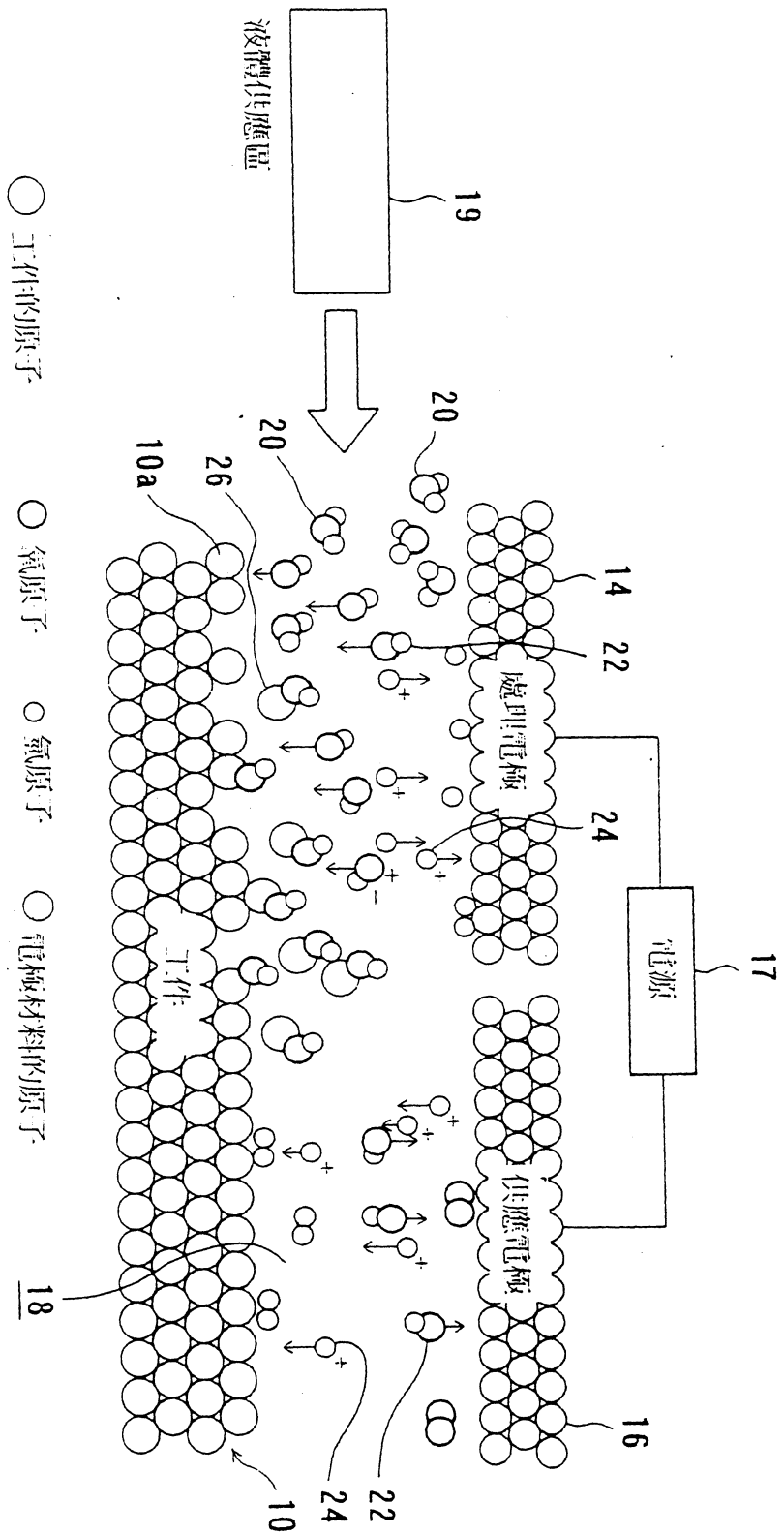




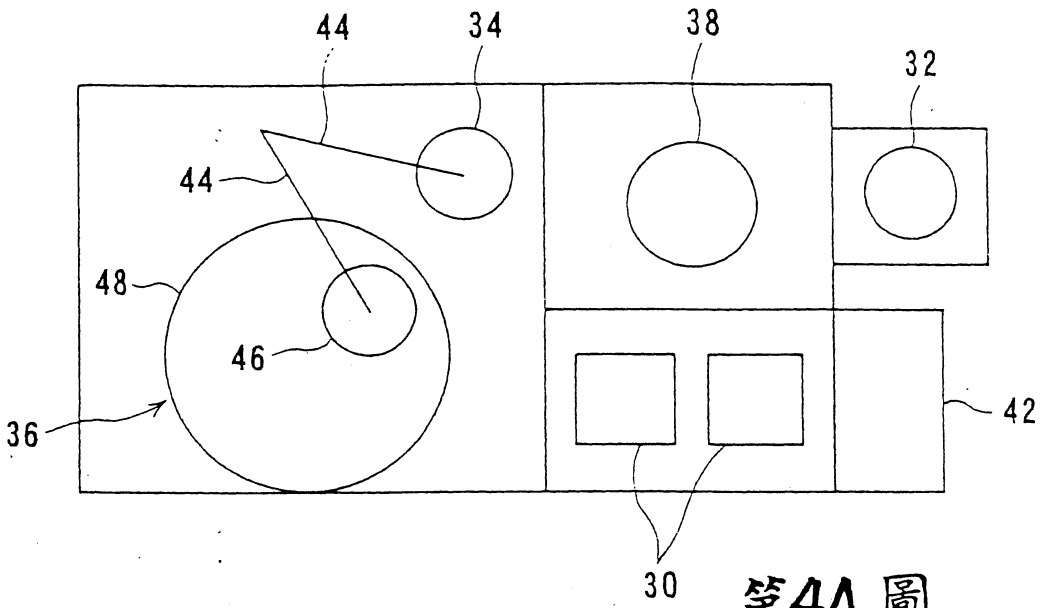
第1圖



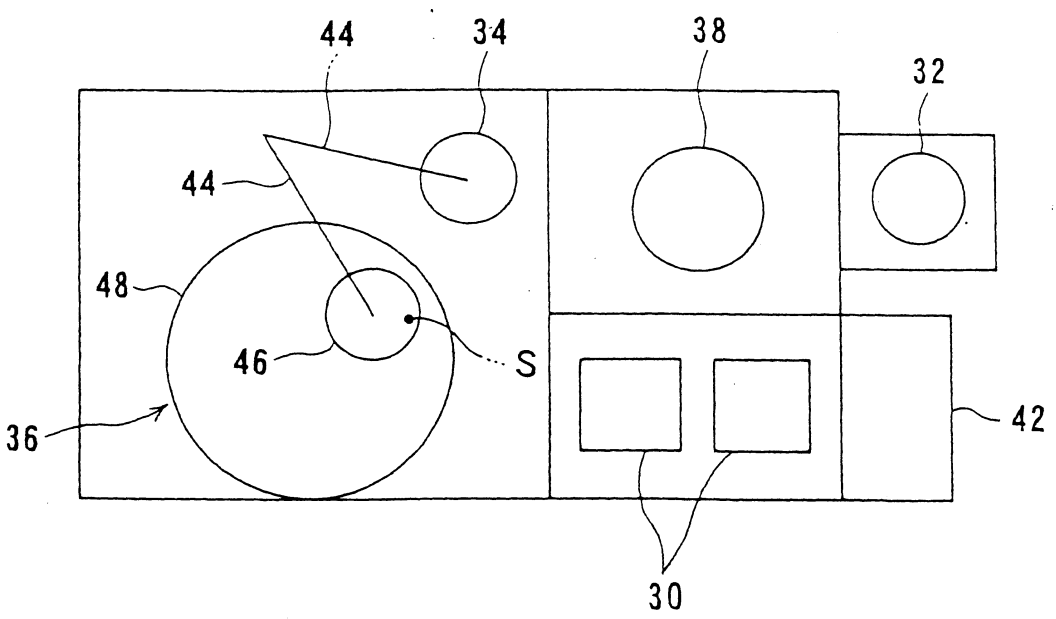
第 2 圖



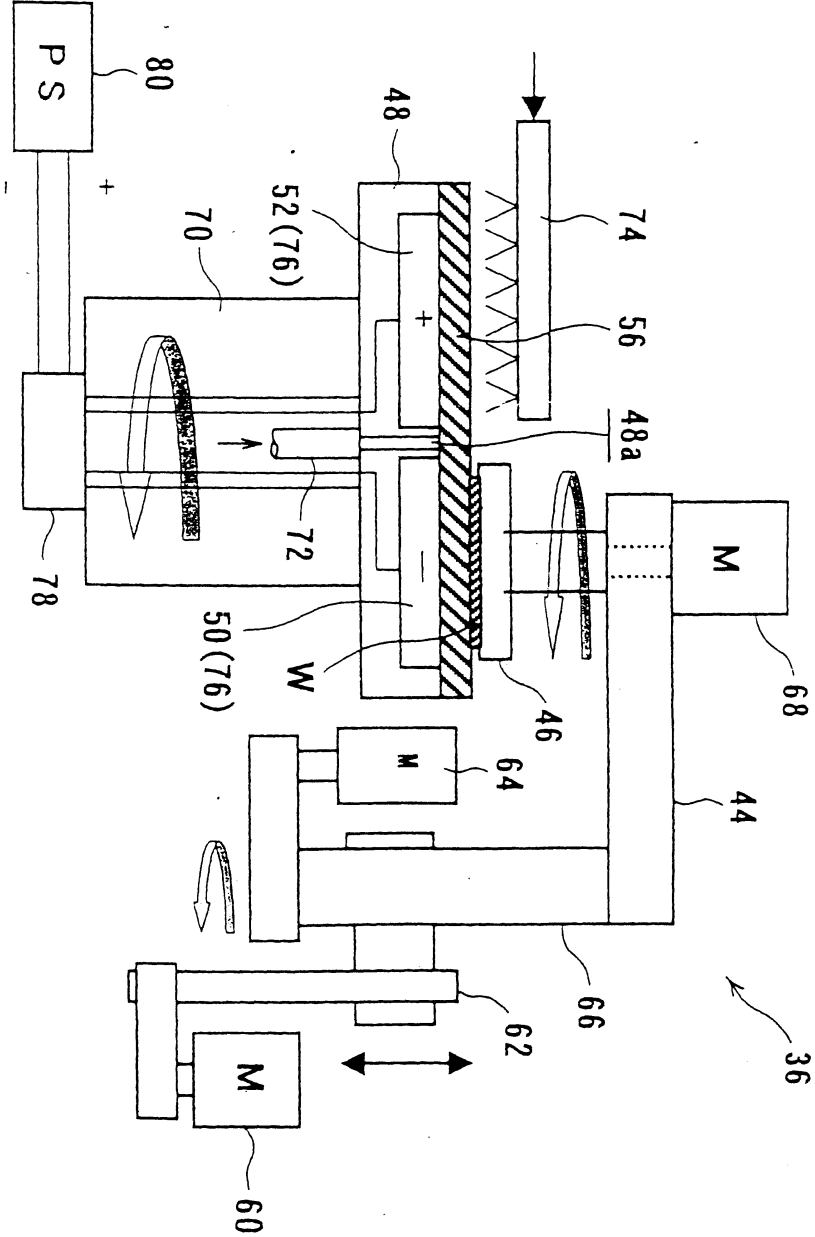
第 3 圖



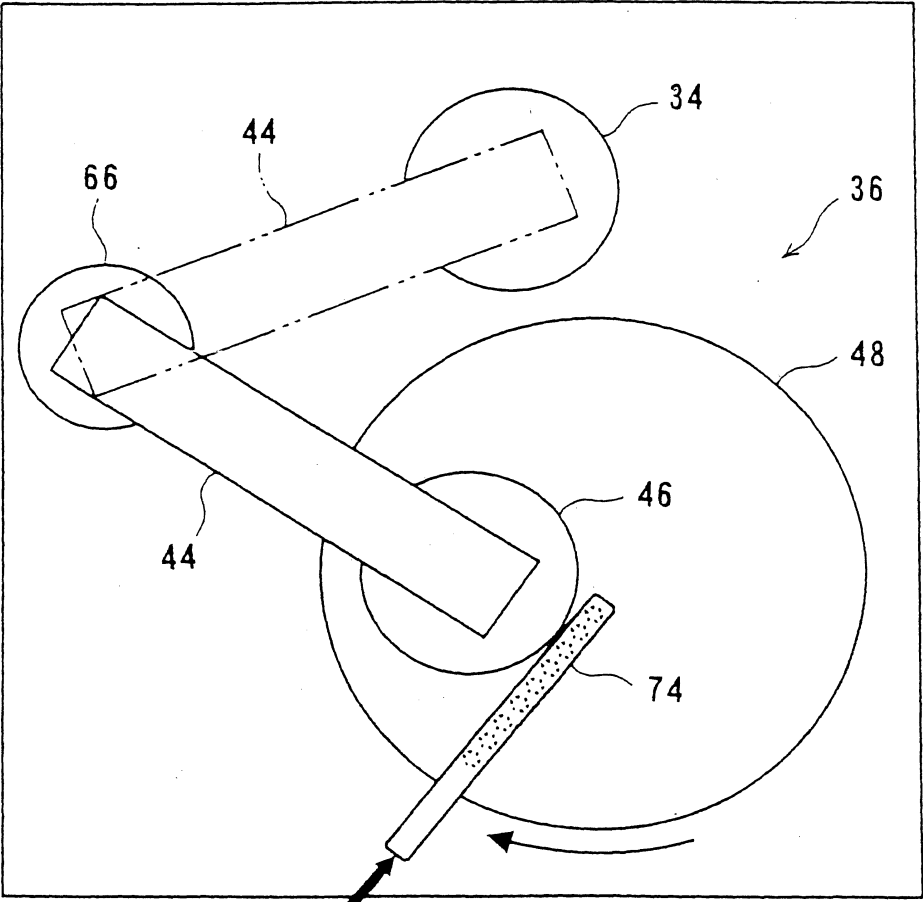
第4A 圖



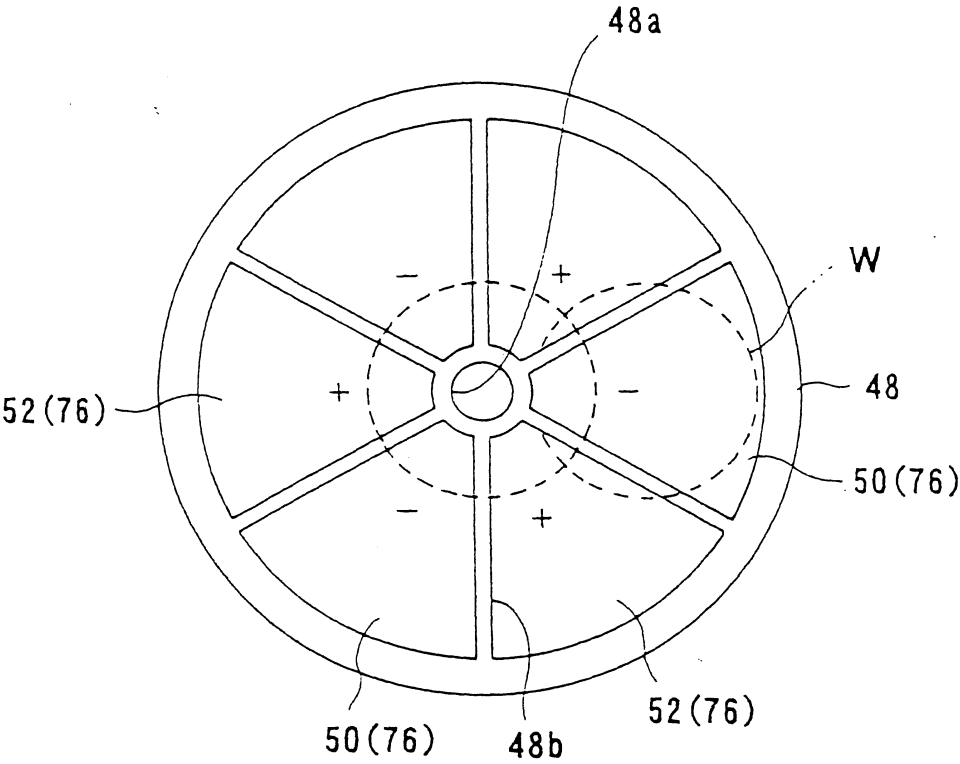
第4B 圖



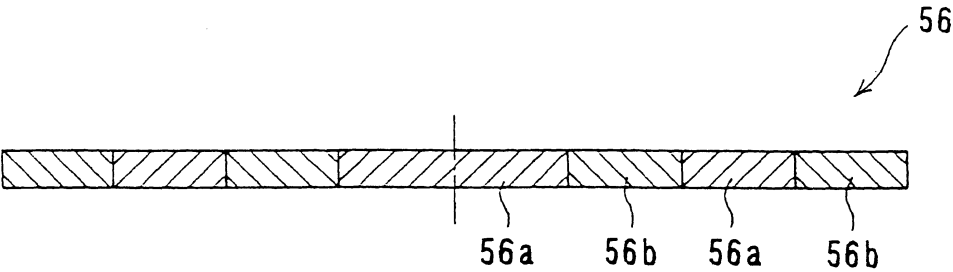
第 5 圖



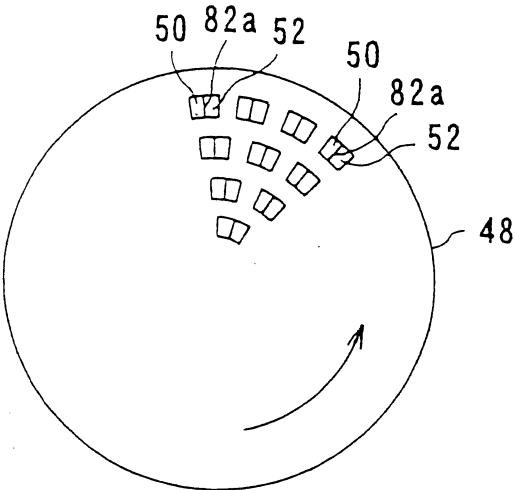
第 6 圖



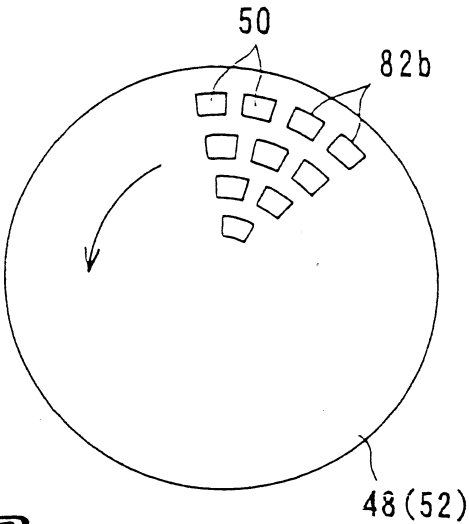
第 7 圖



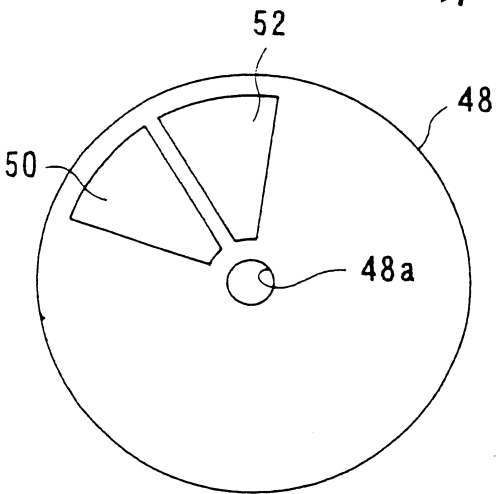
第 8 圖



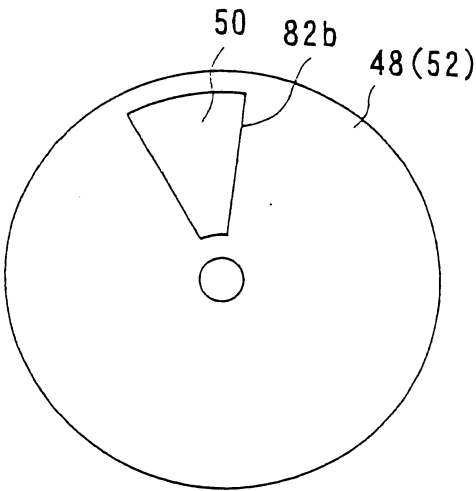
第9A圖



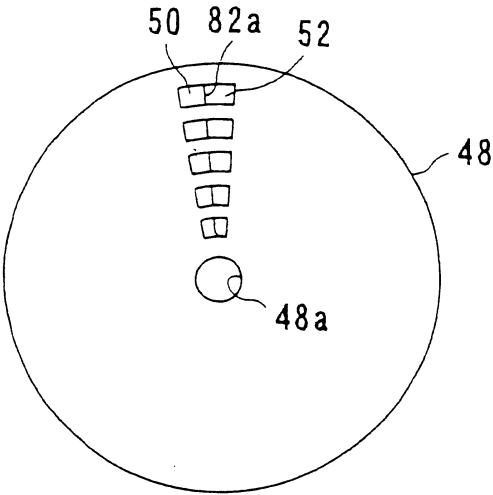
第9B圖



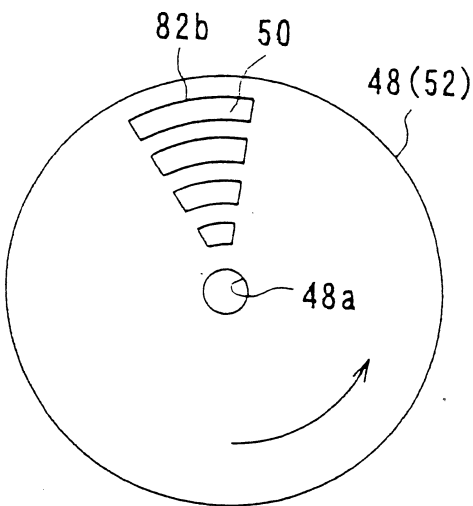
第10A圖



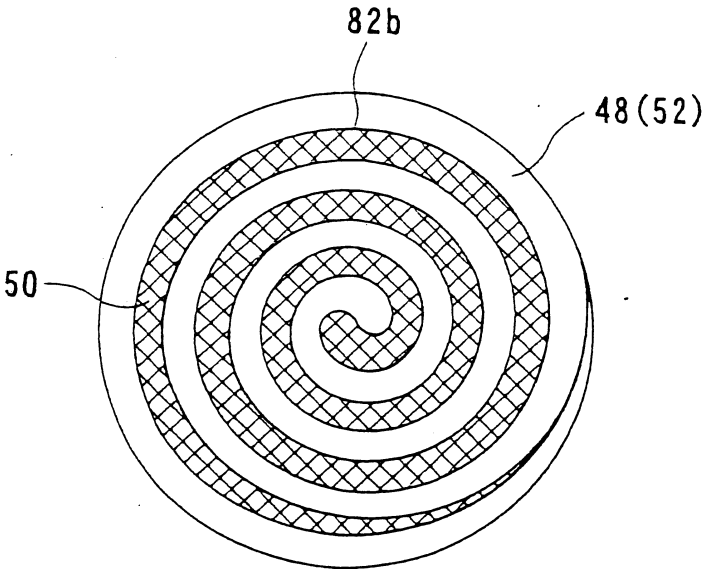
第10B圖



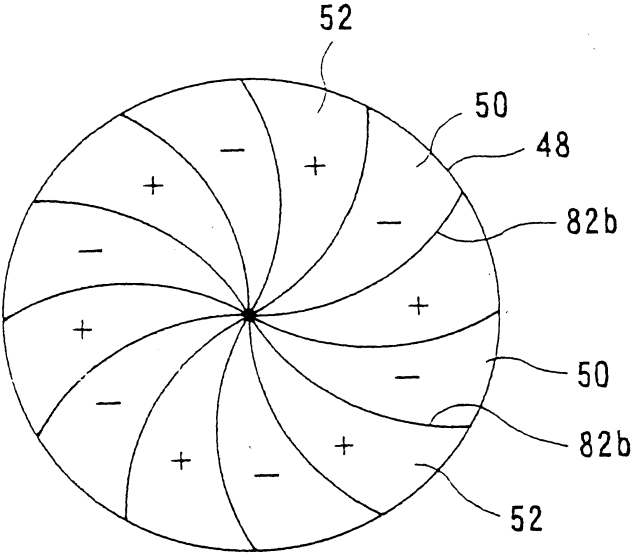
第11A圖



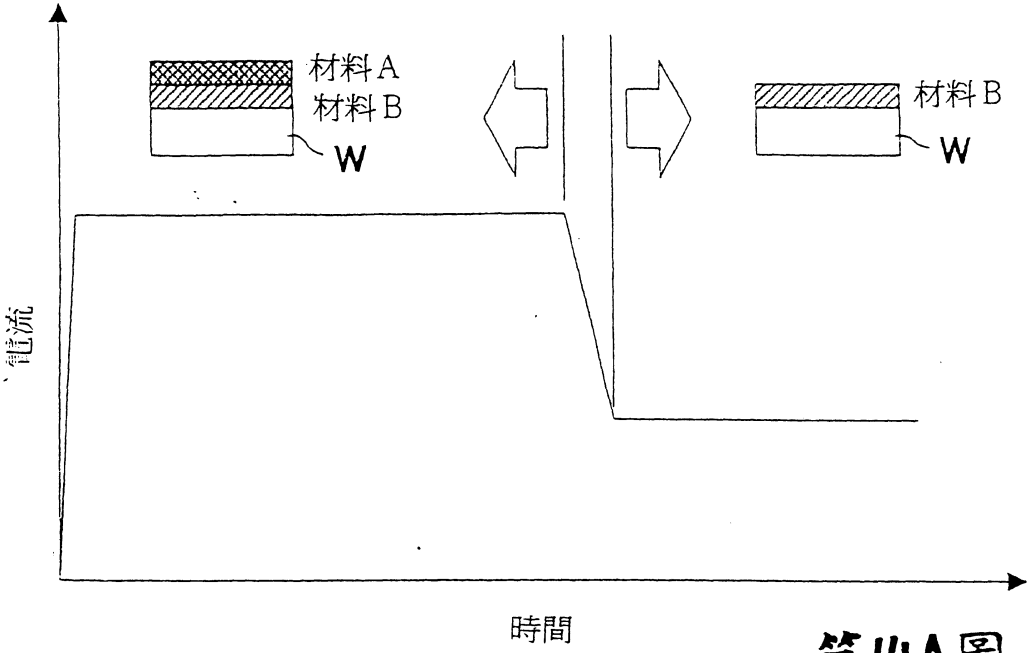
第11B圖



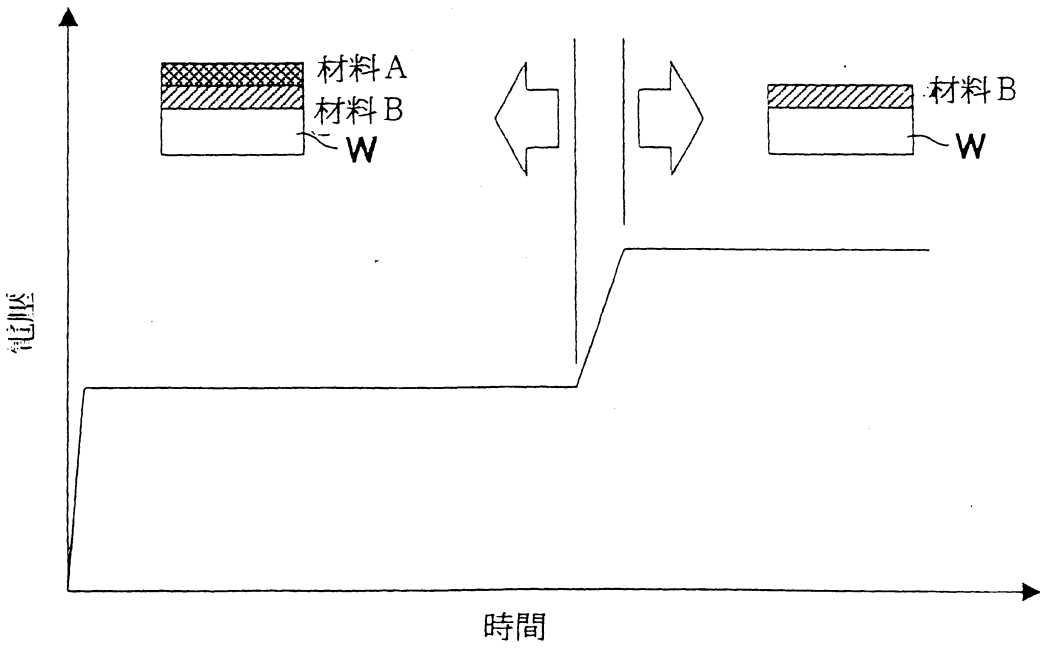
第12圖



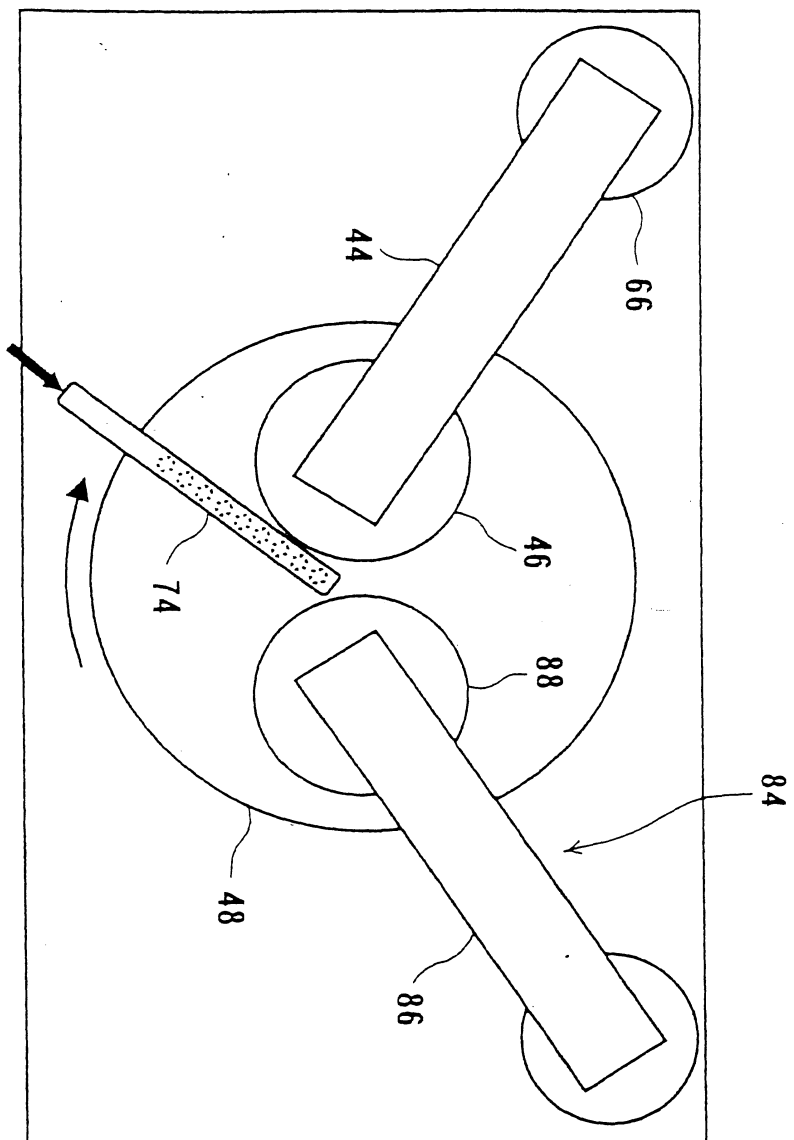
第13圖



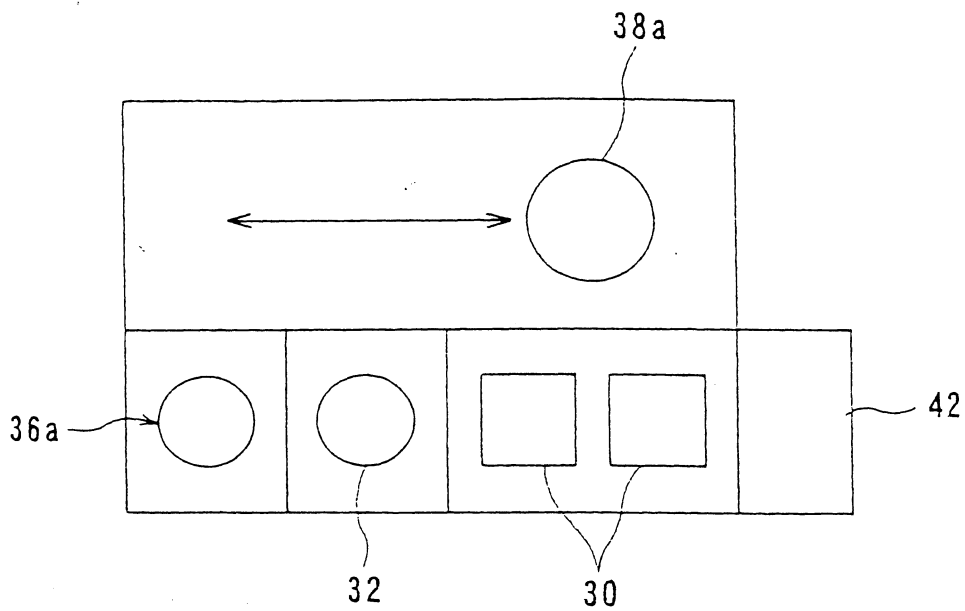
第14A圖



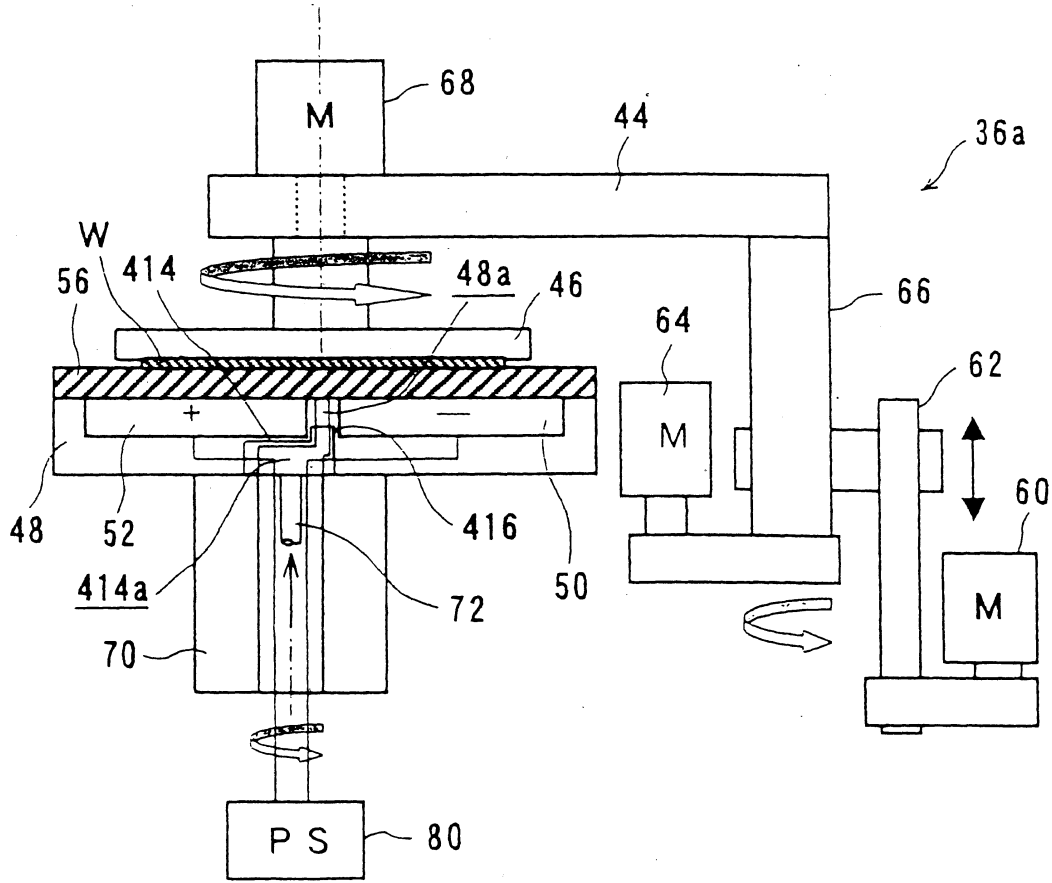
第14B圖



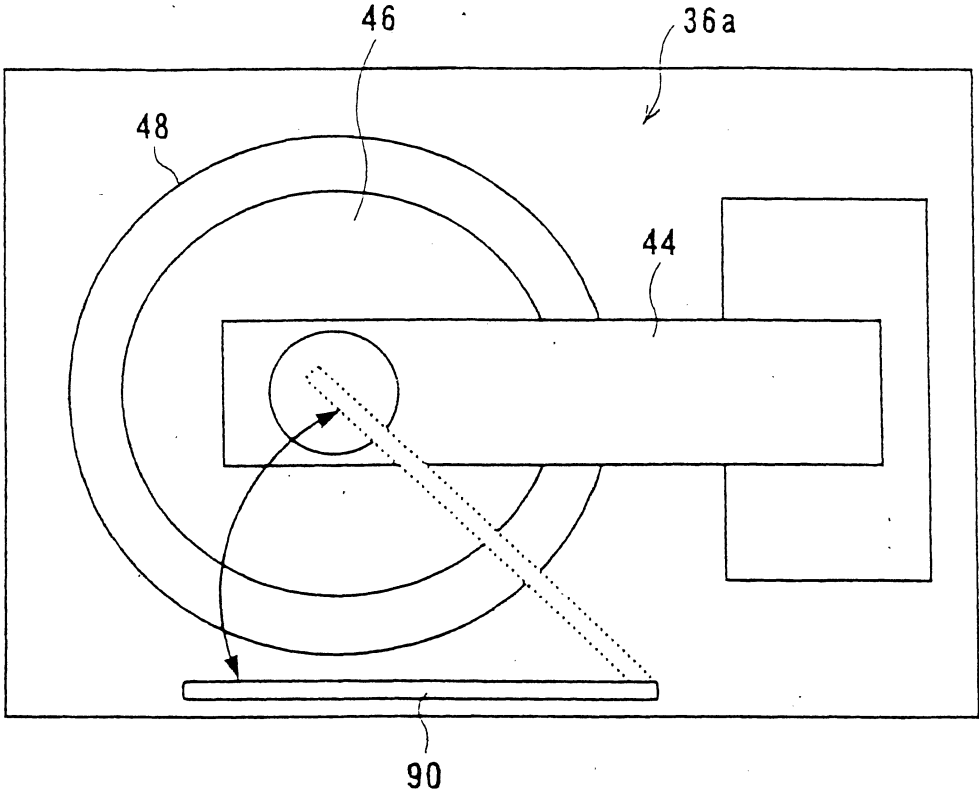
第 15 圖



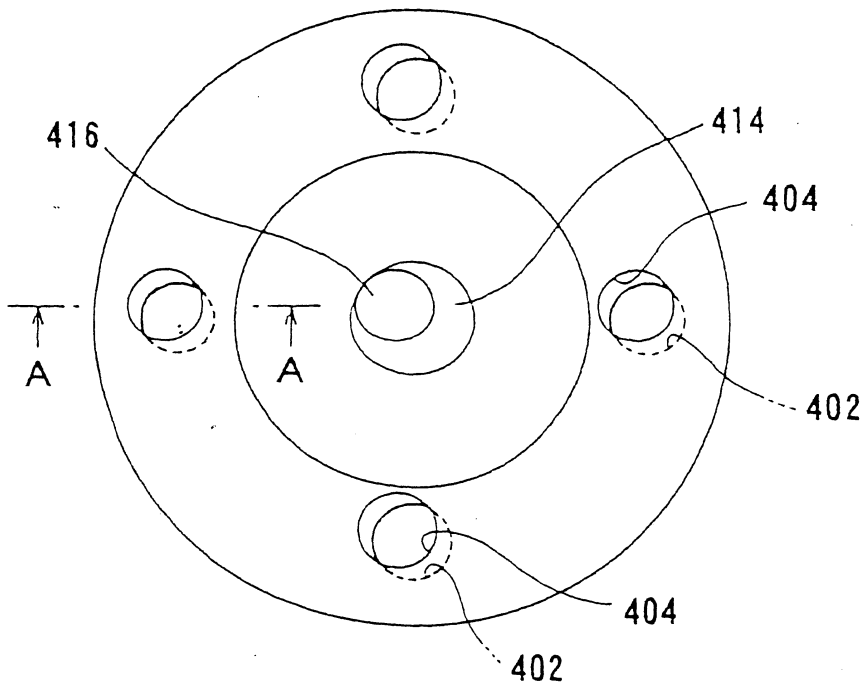
第16圖



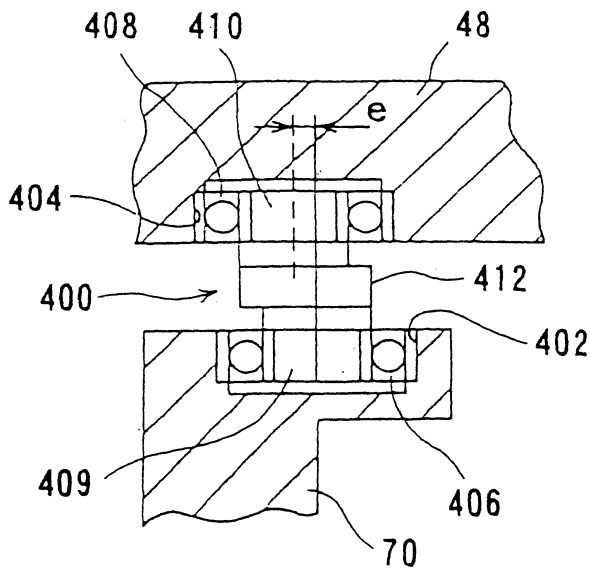
第17圖



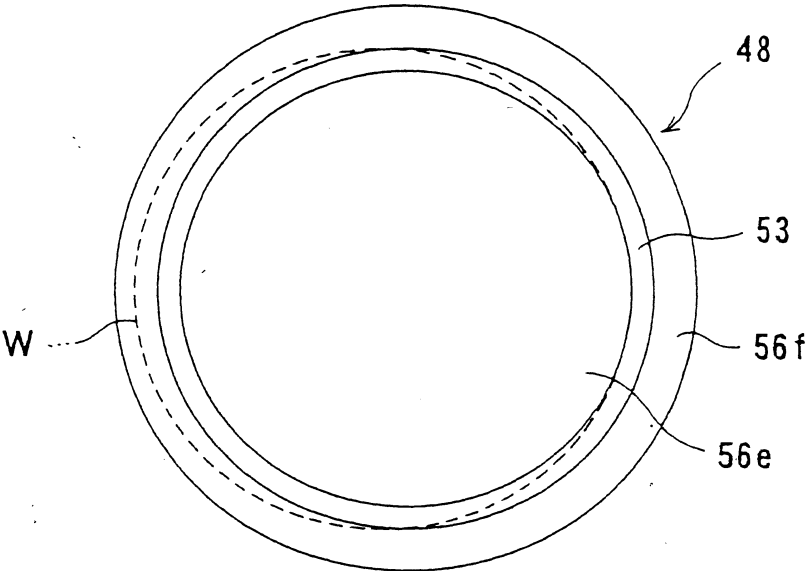
第18圖



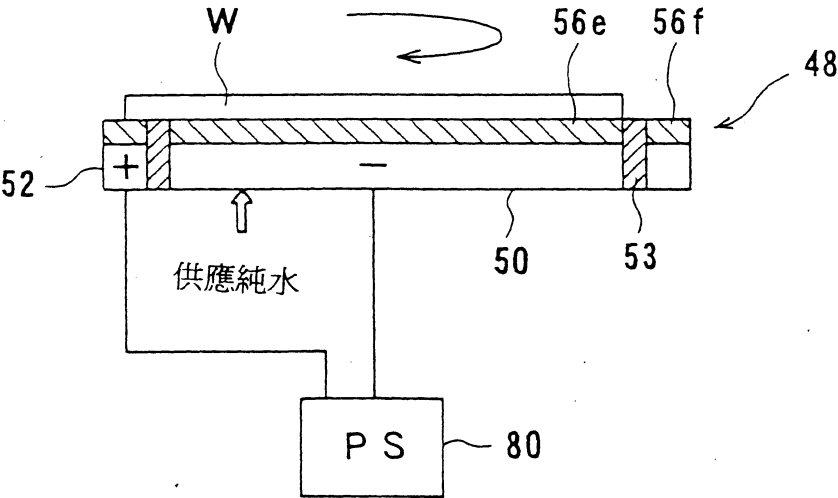
第19A圖



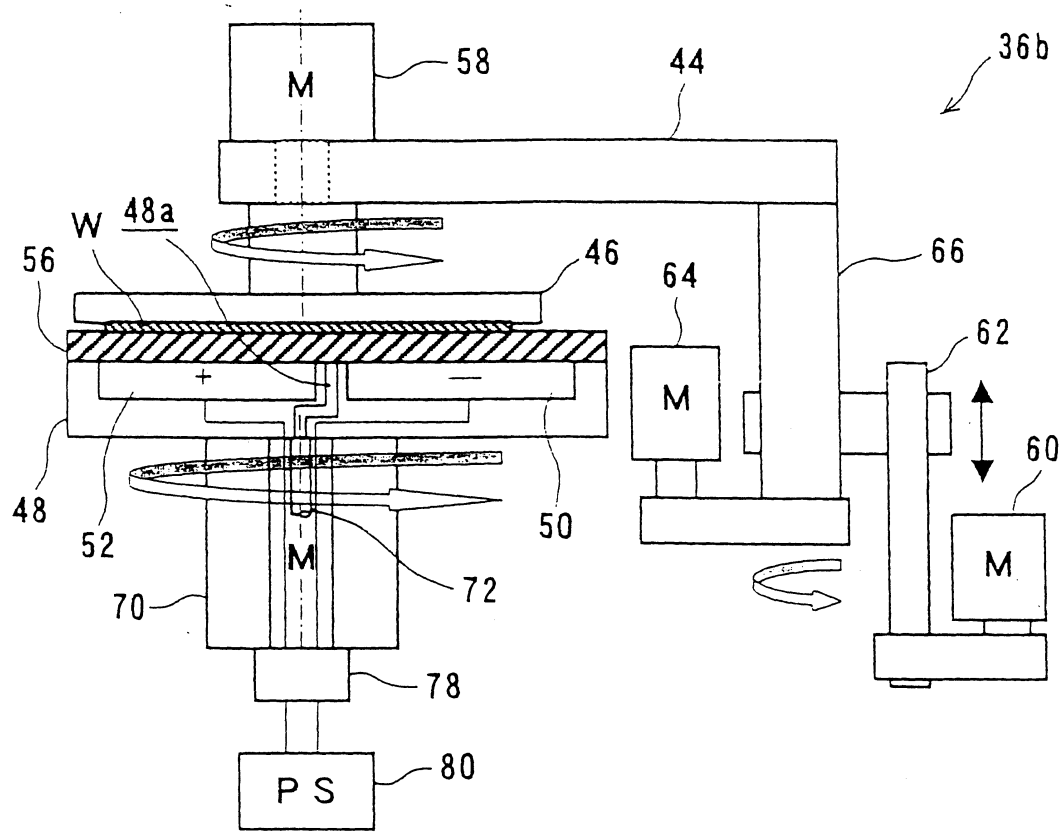
第19B圖



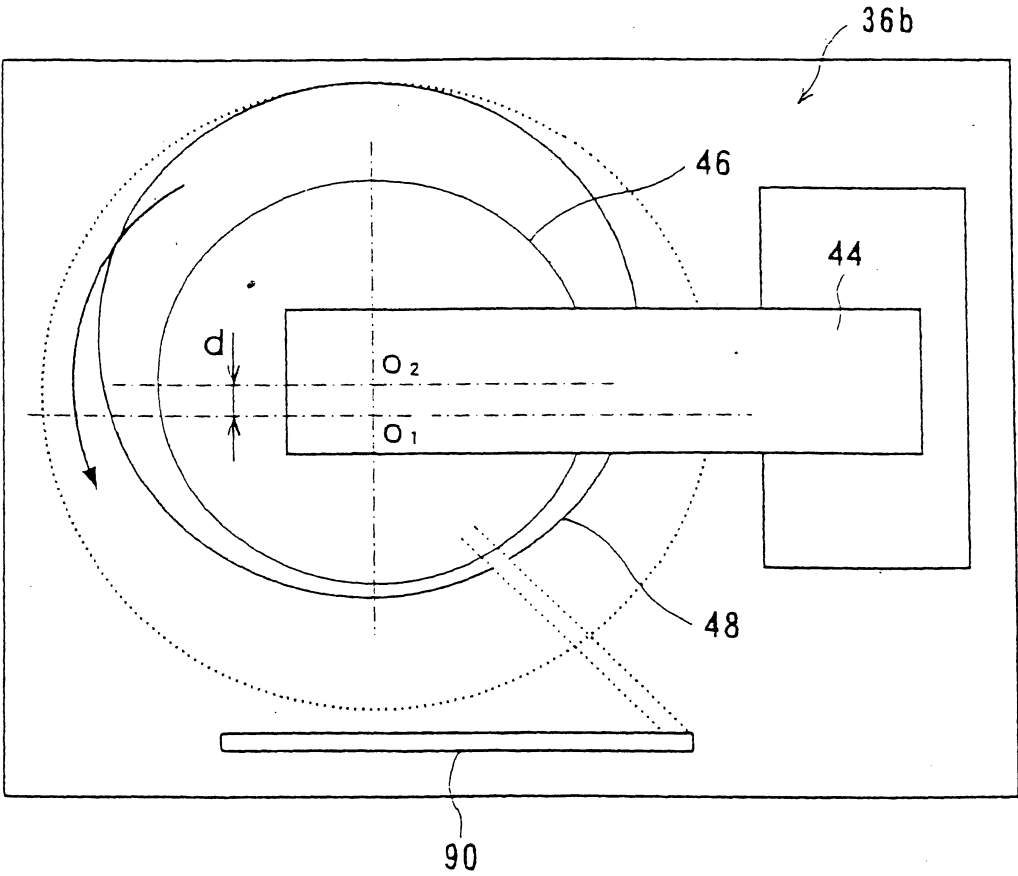
第 20 圖



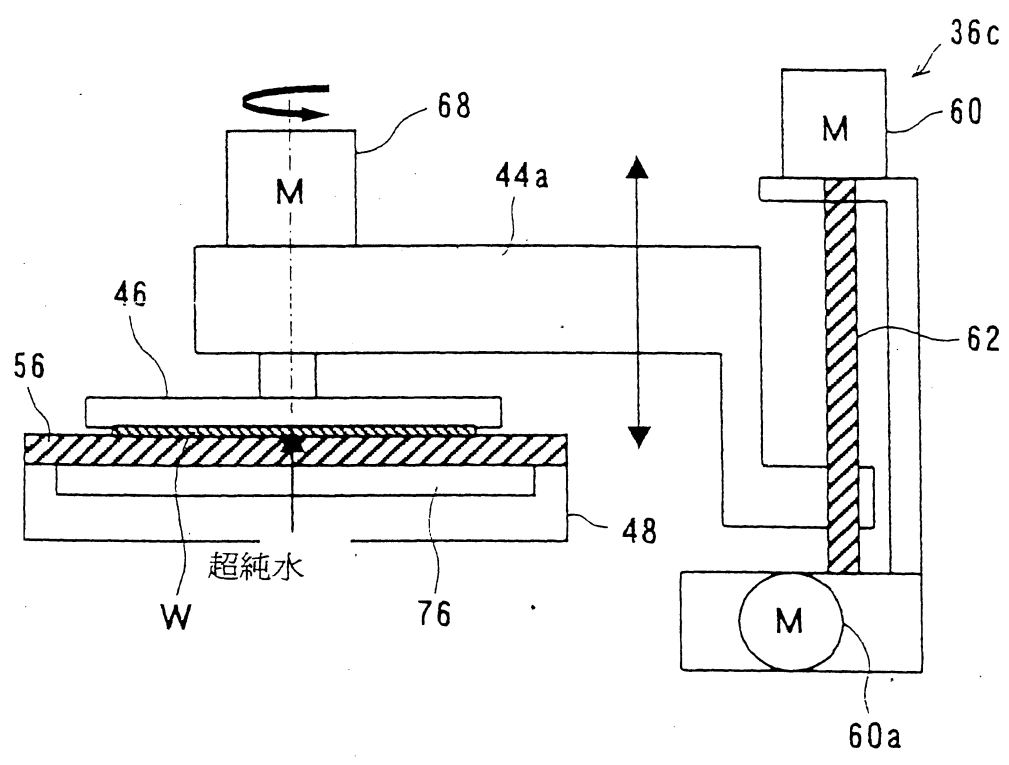
第 21 圖



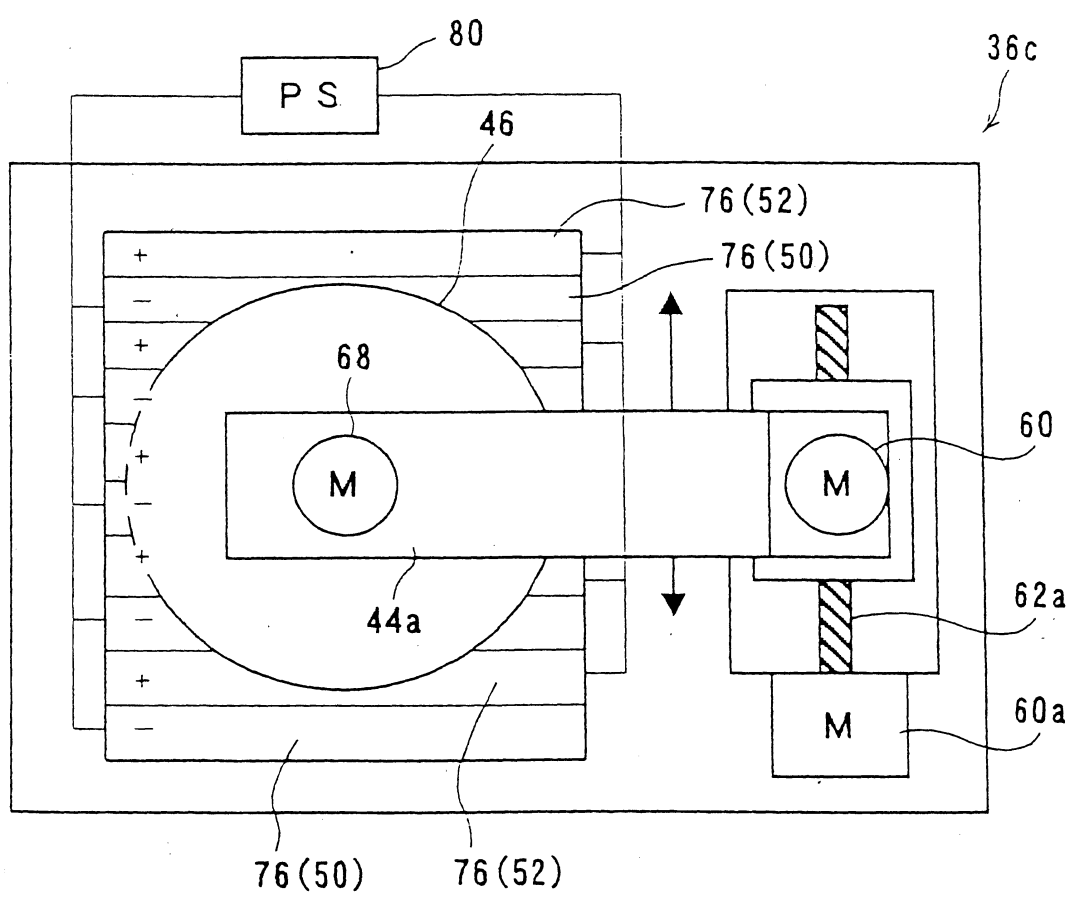
第22圖



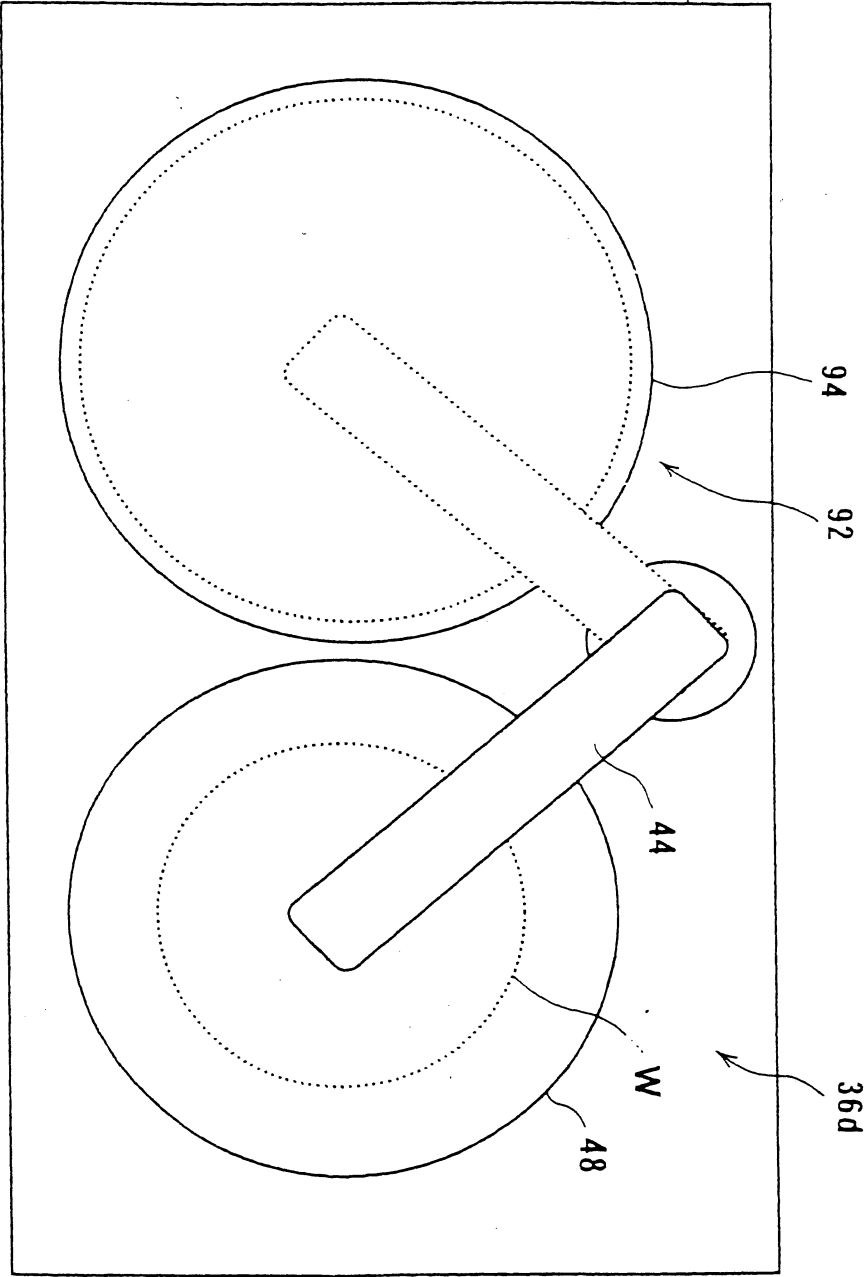
第23圖



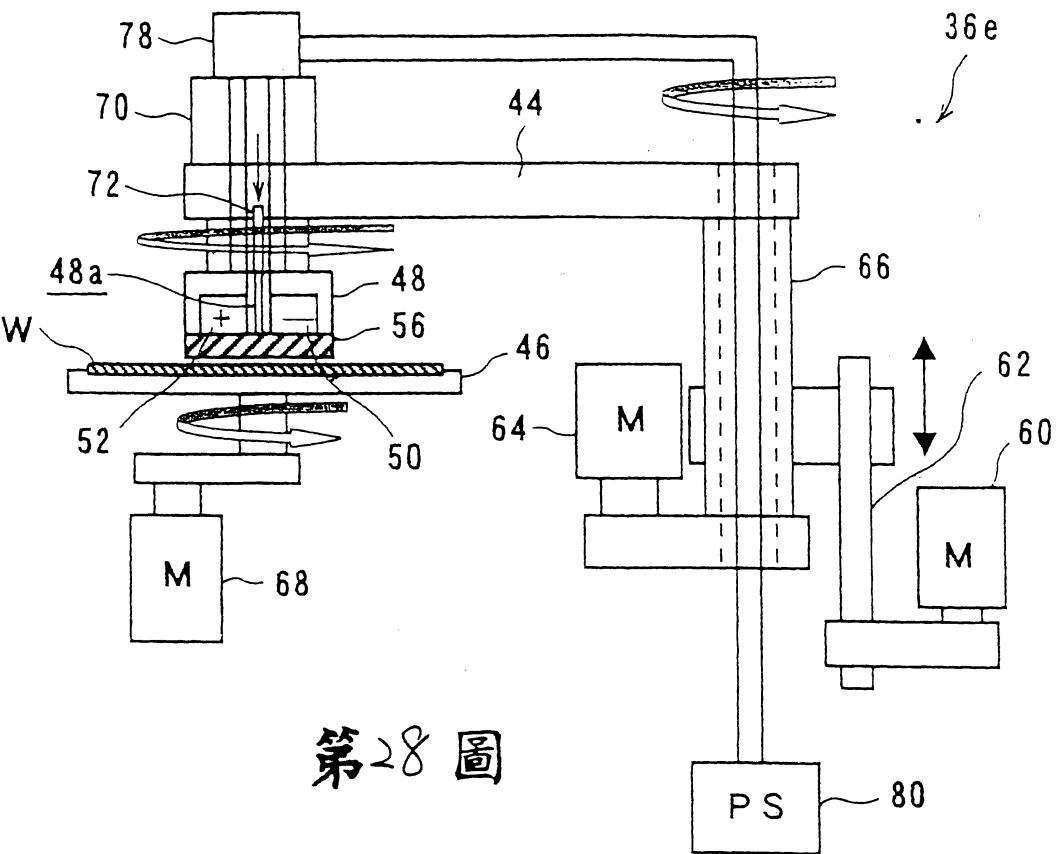
第24圖



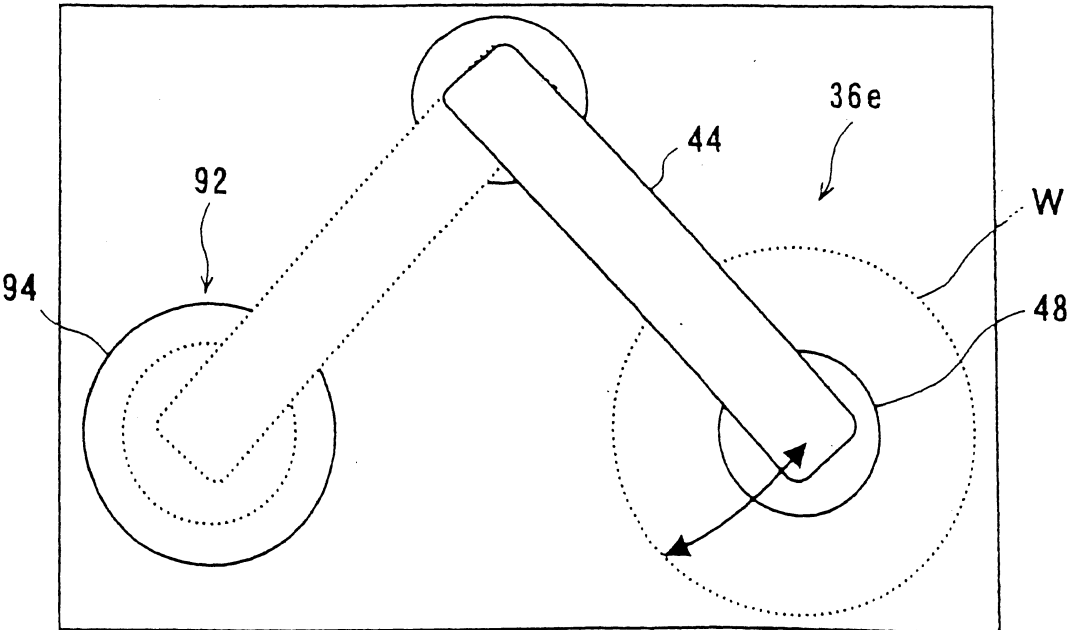
第15圖



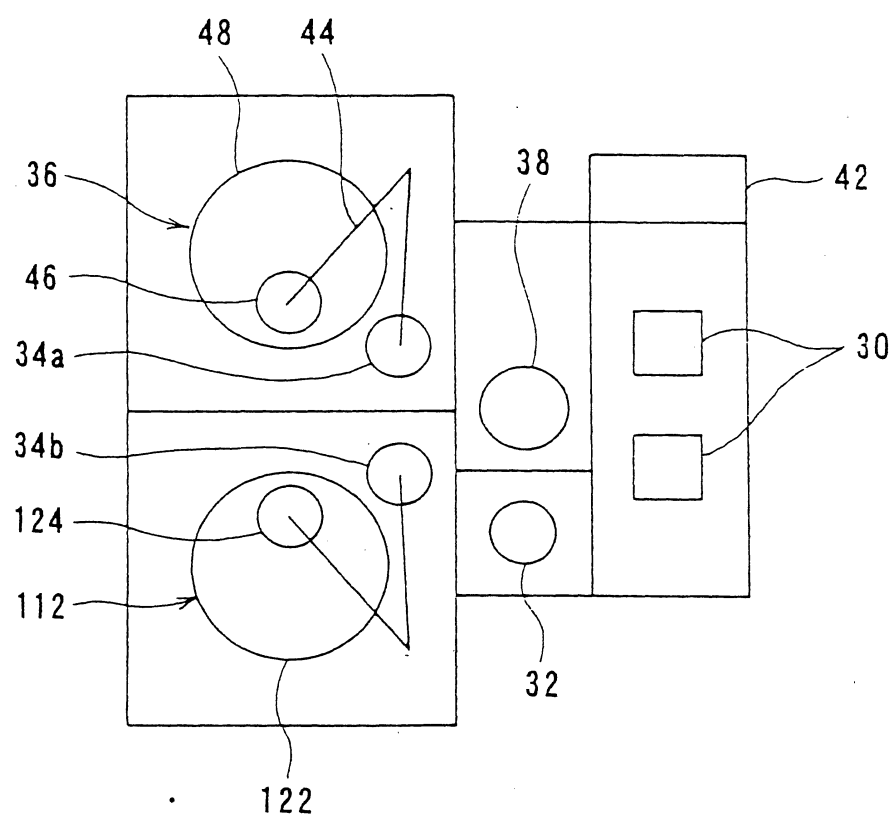
第27圖



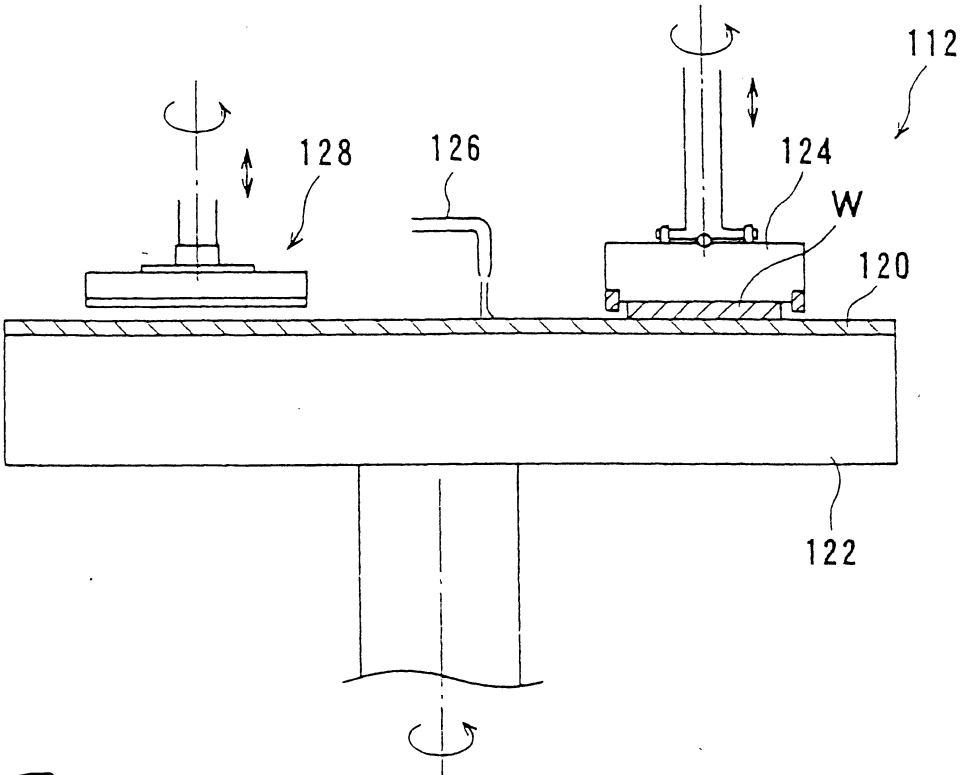
第28圖



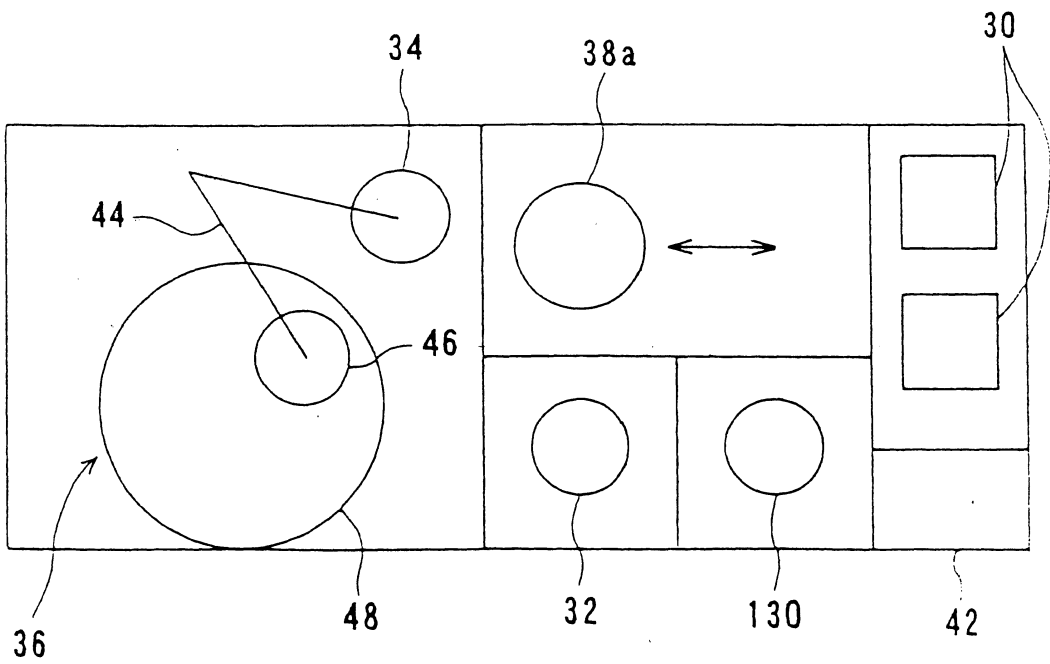
第29圖



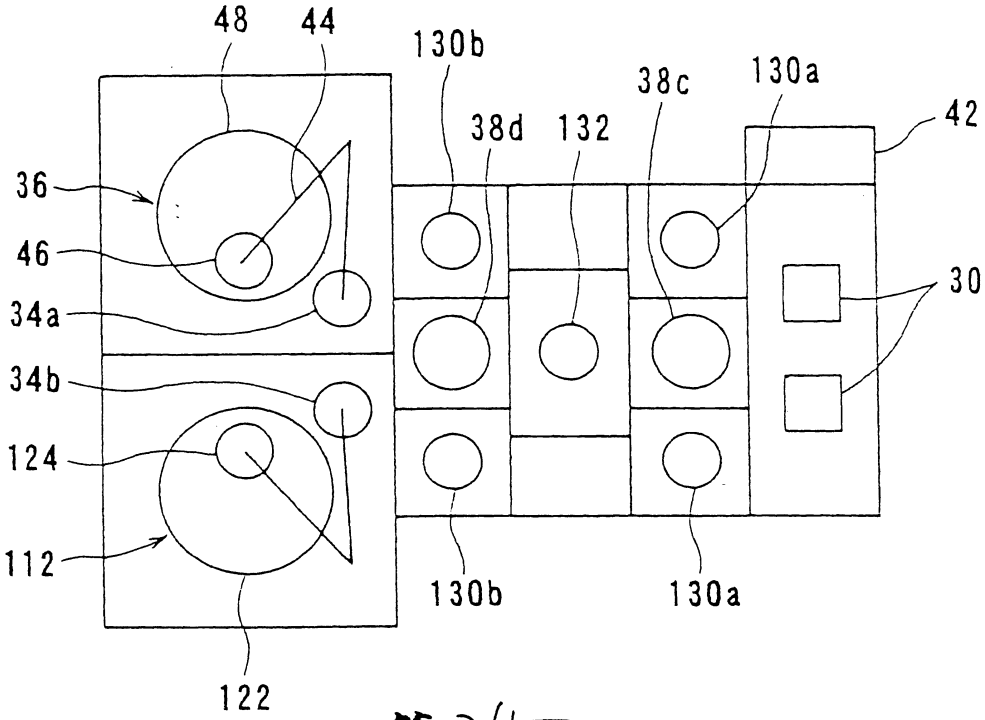
第31圖



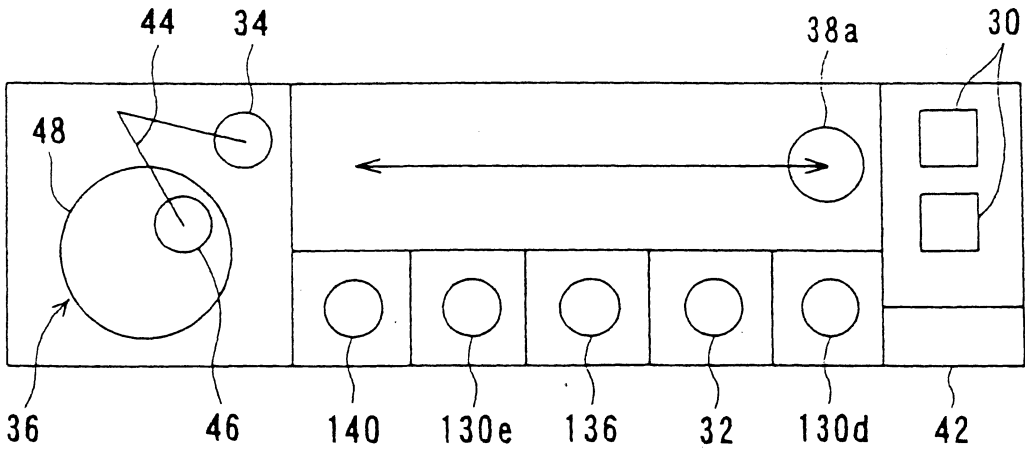
第32圖



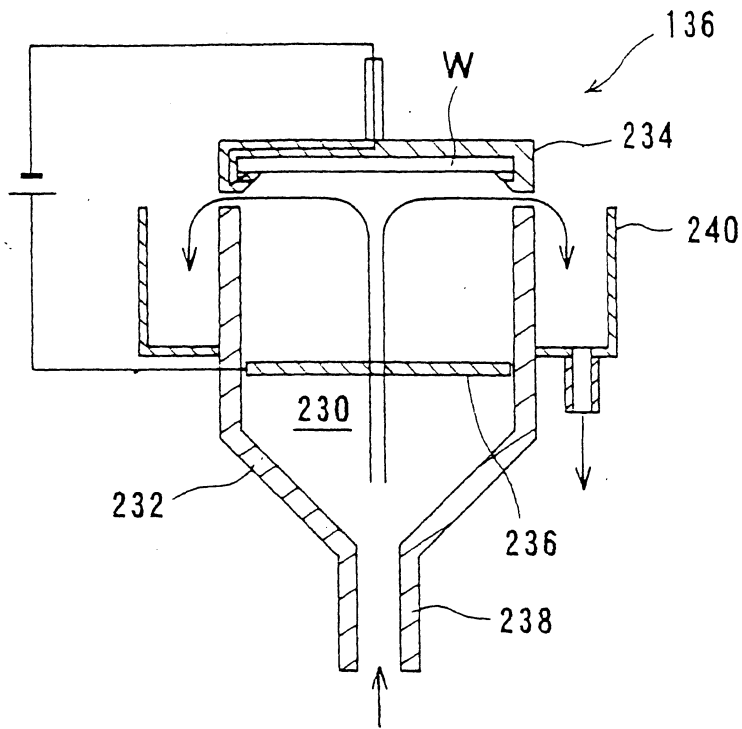
第33圖



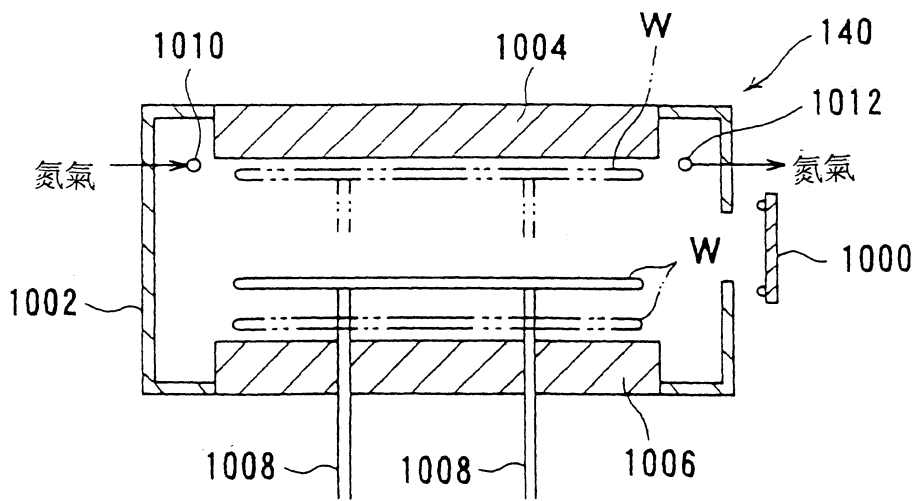
第34圖



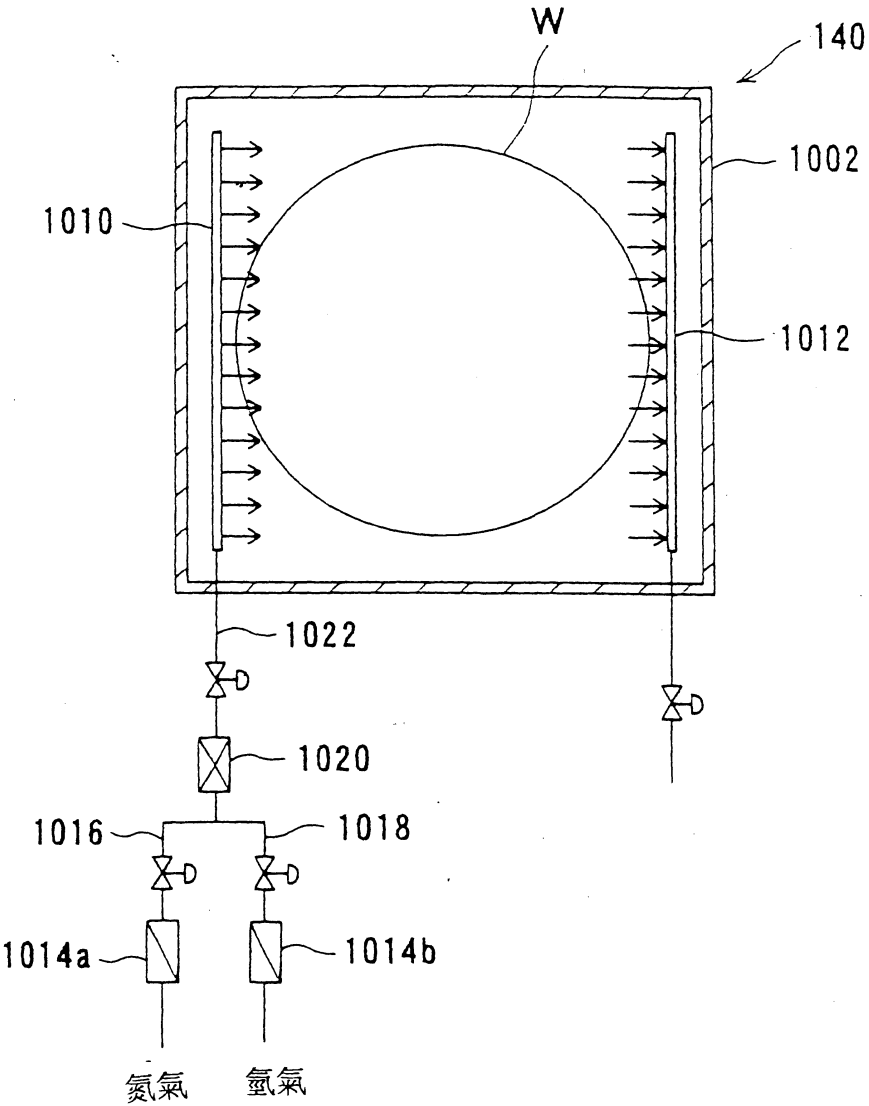
第35圖



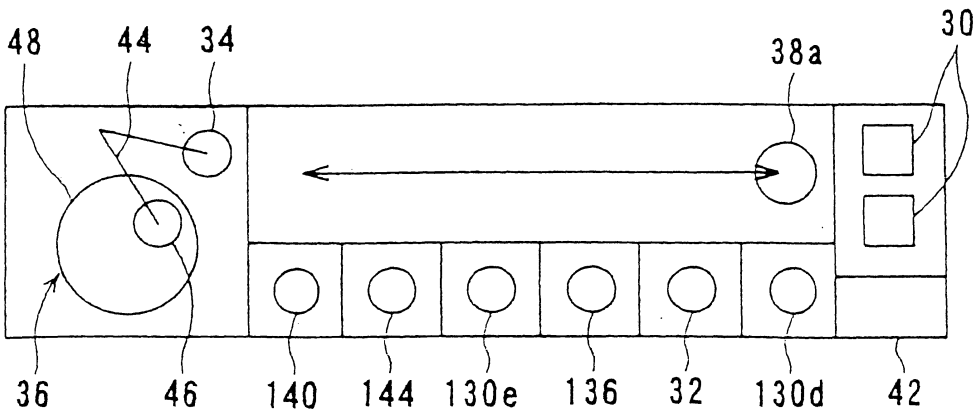
第36圖



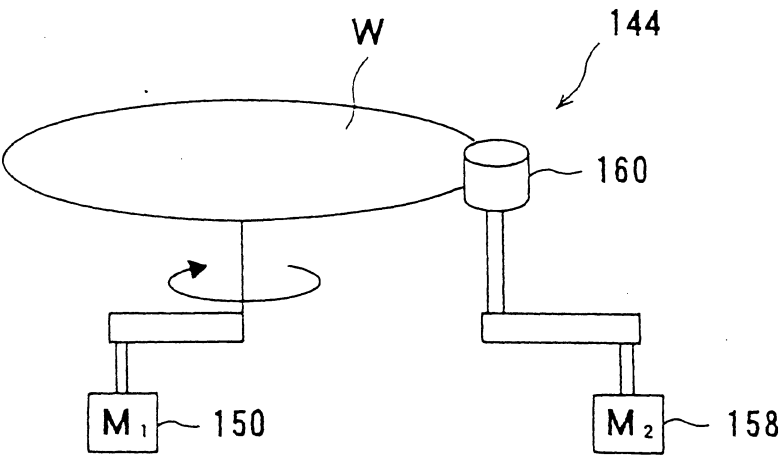
第37圖



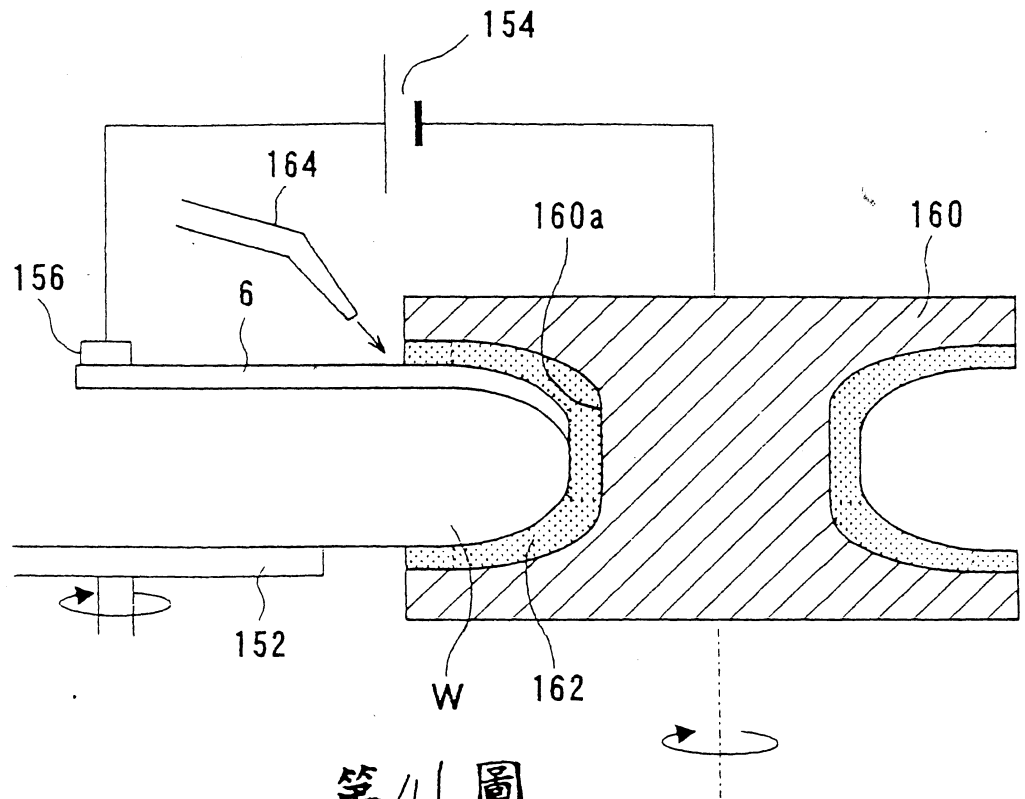
第38圖



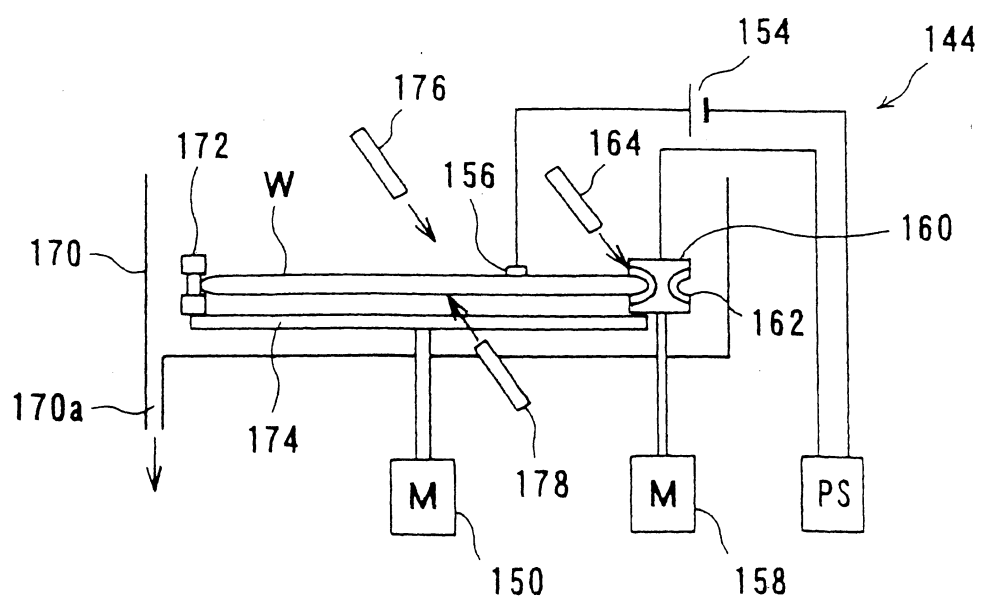
第39圖



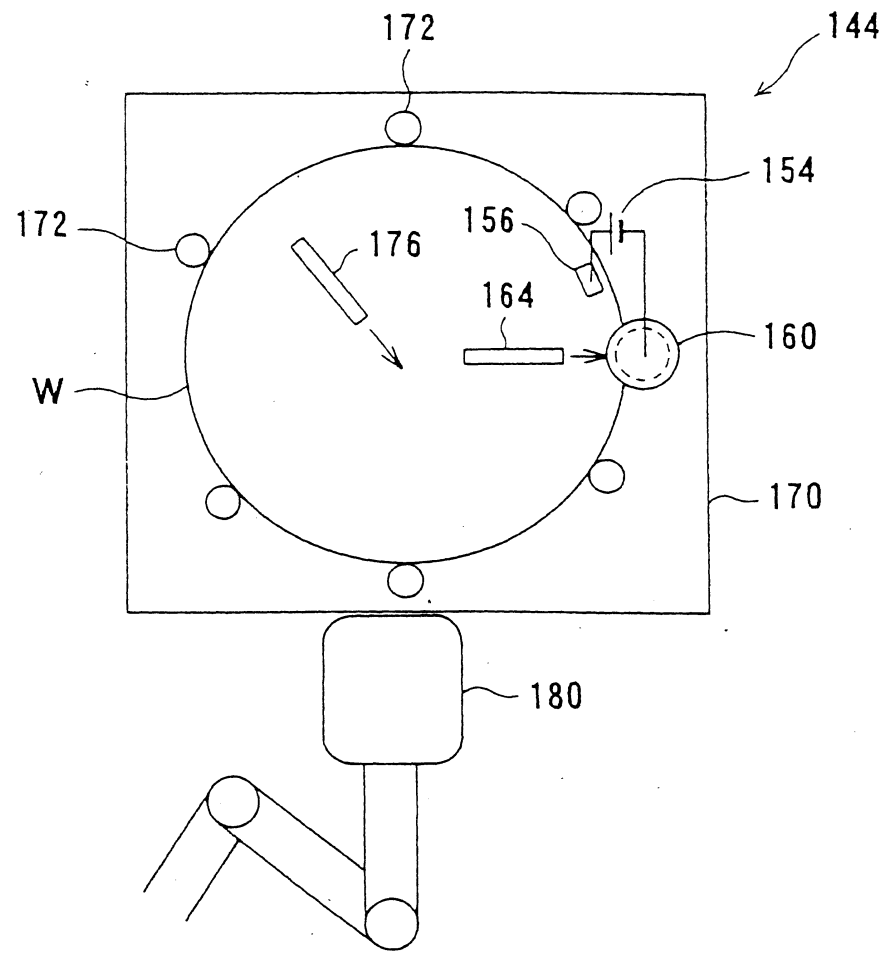
第40圖



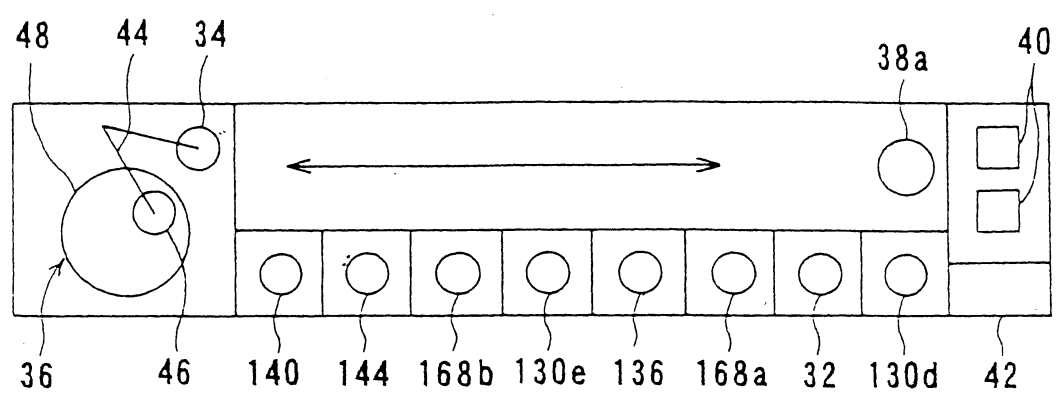
第41圖



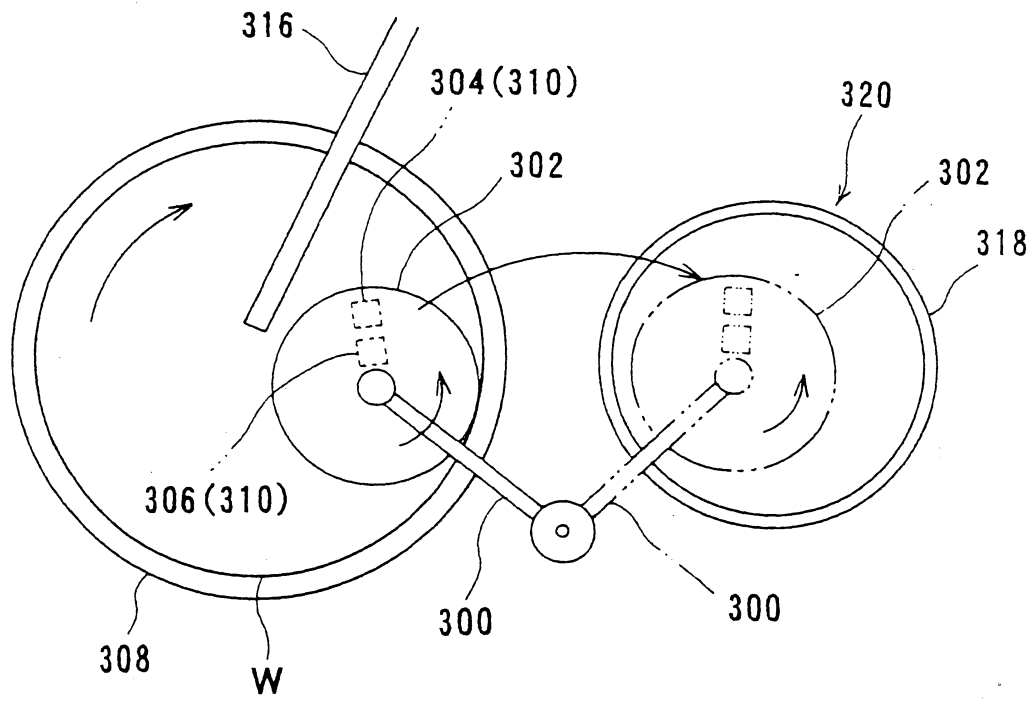
第42圖



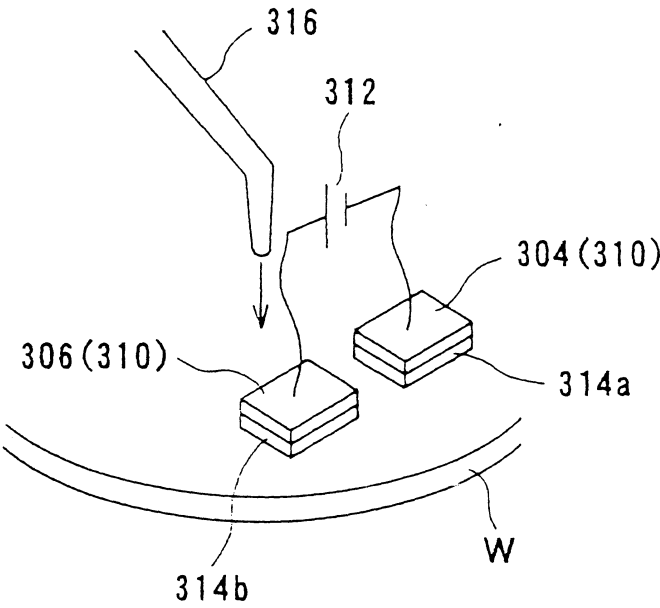
第43圖



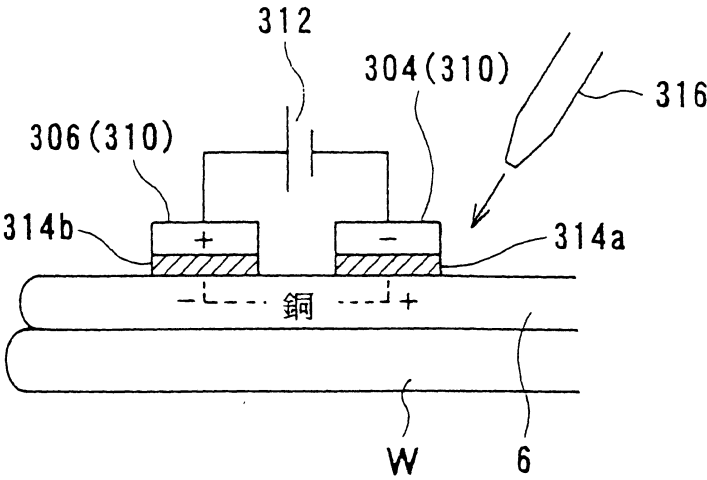
第44圖



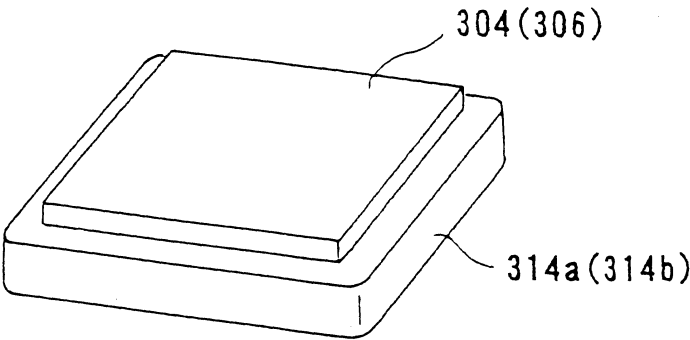
第45圖



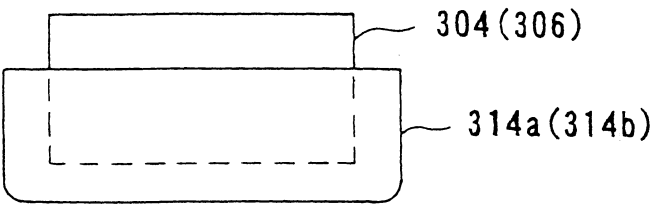
第46圖



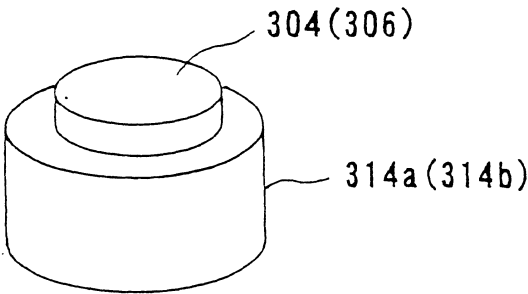
第47圖



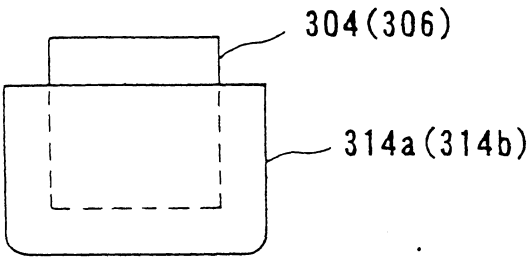
第48A圖



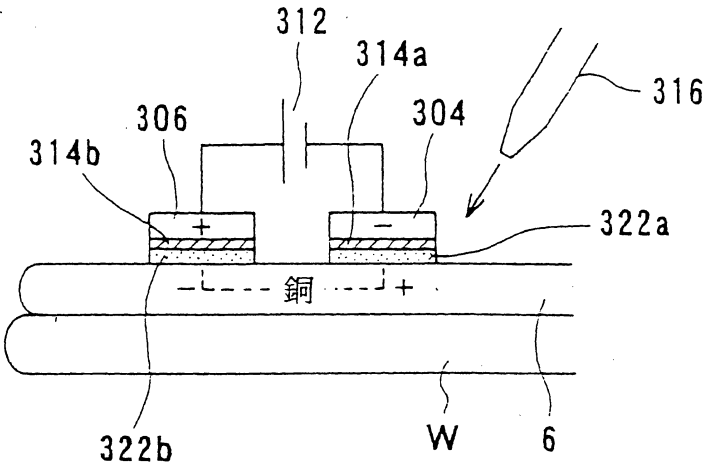
第48B圖



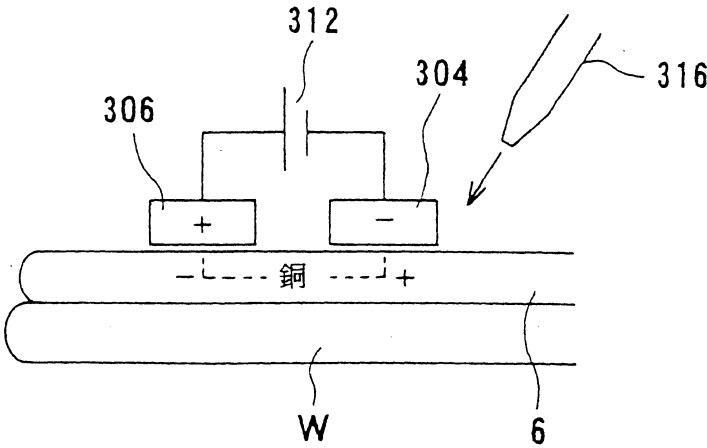
第49A圖



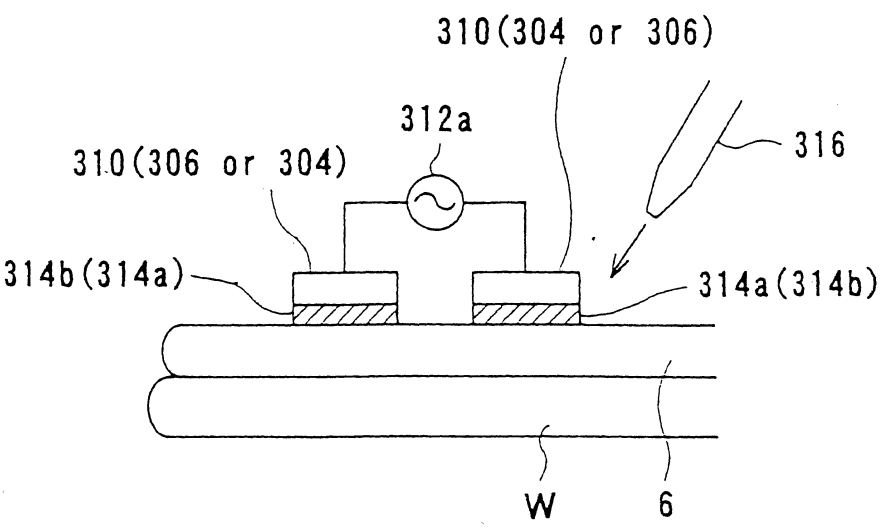
第49B圖



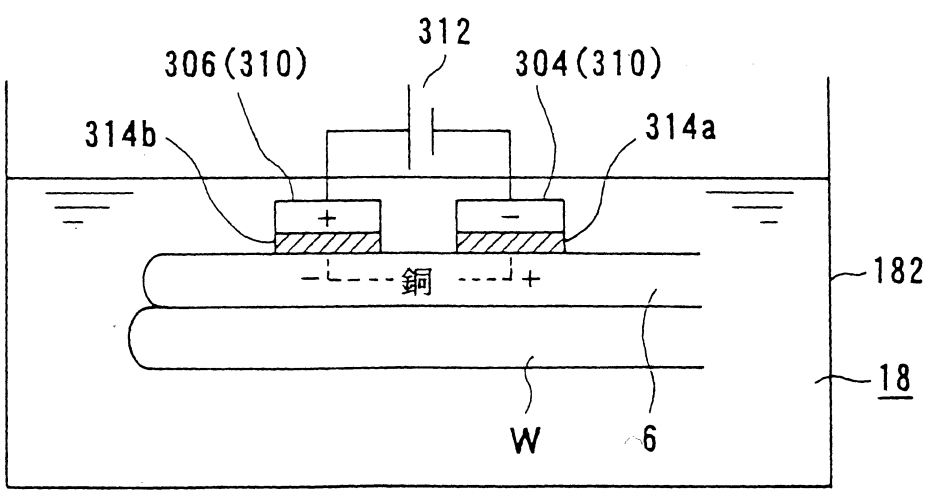
第50圖



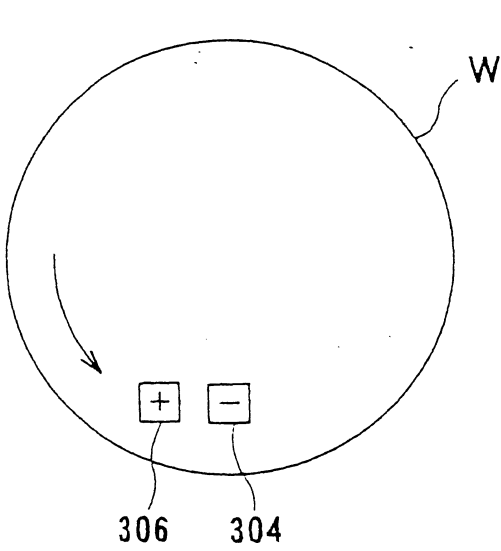
第51圖



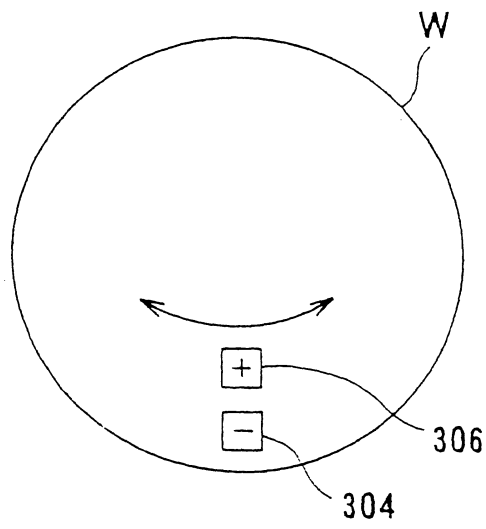
第52圖



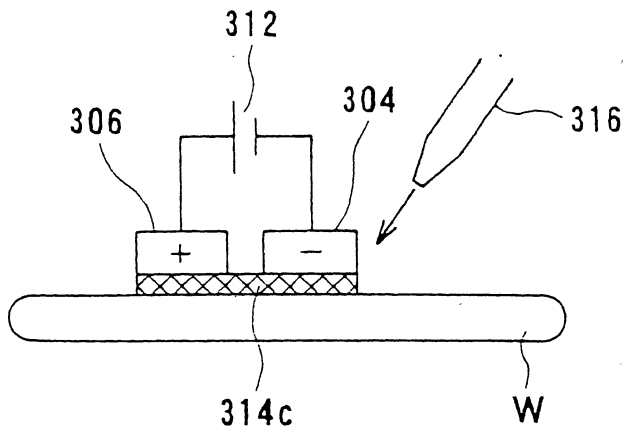
第53圖



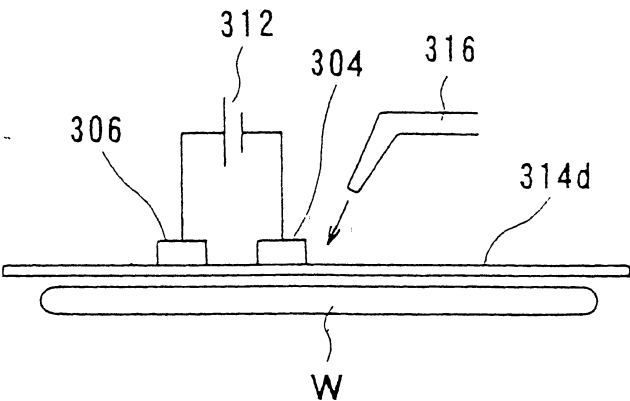
第54A圖



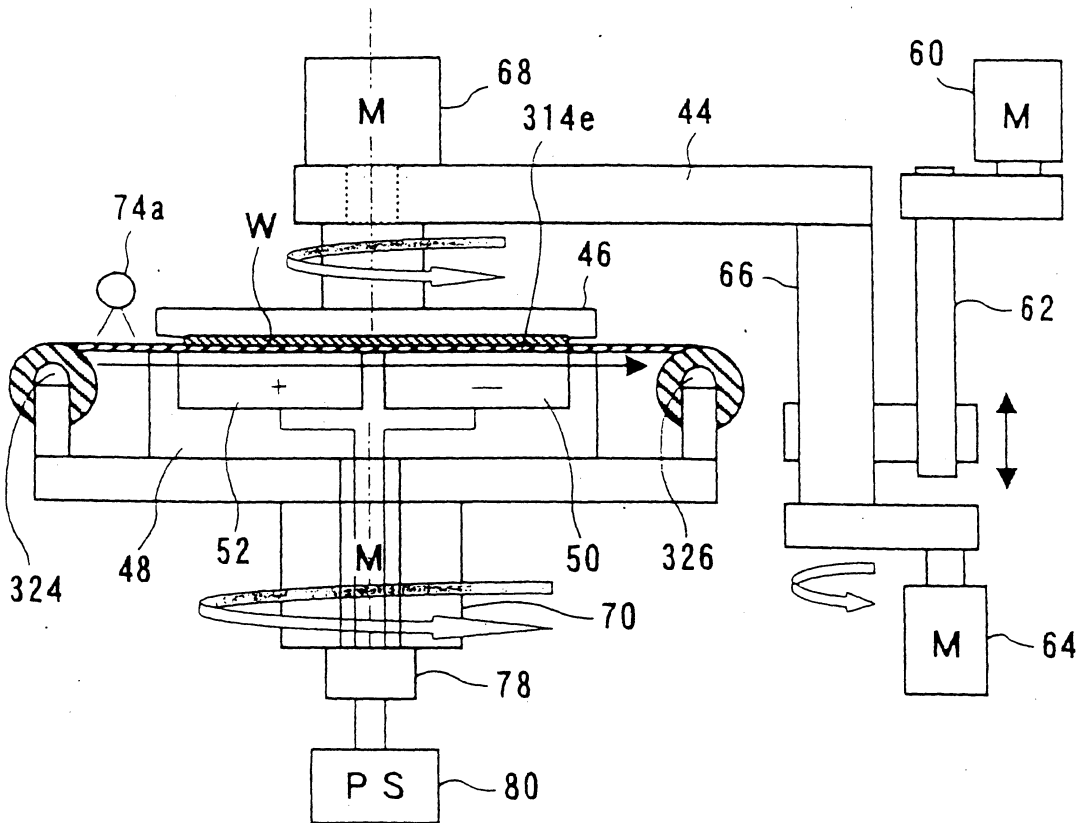
第54B圖



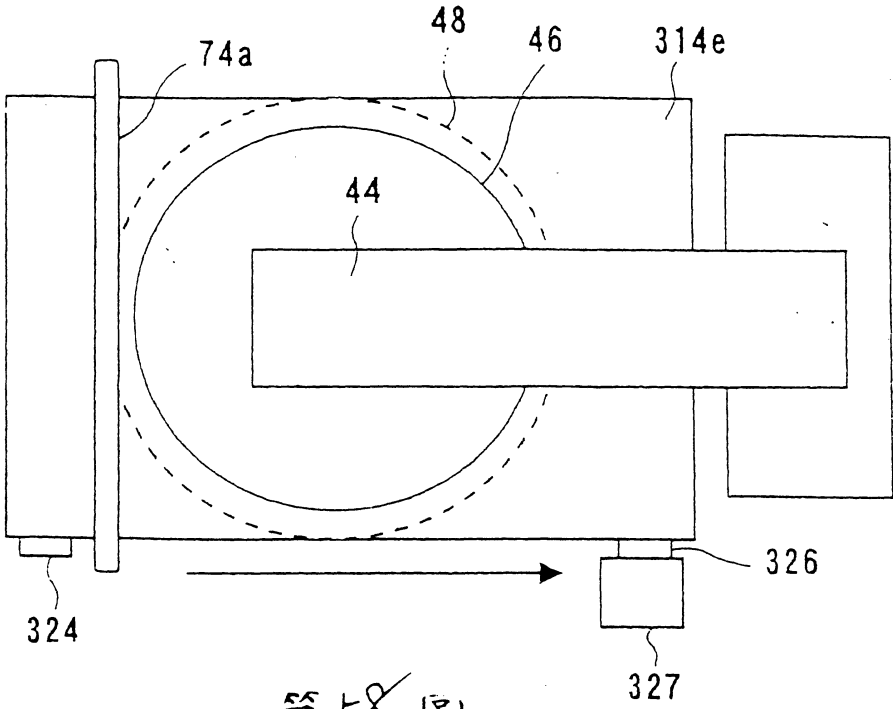
第54C圖



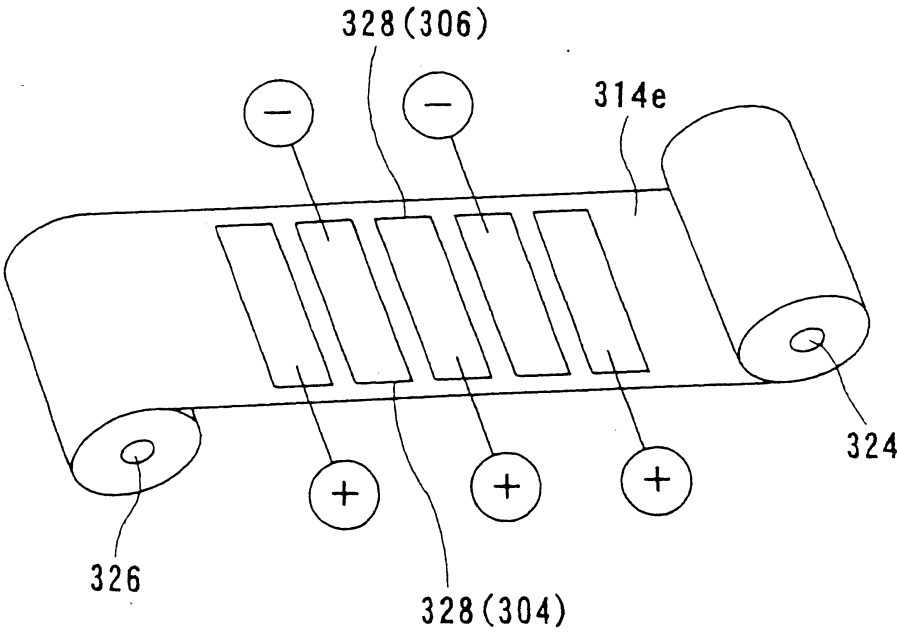
第56圖



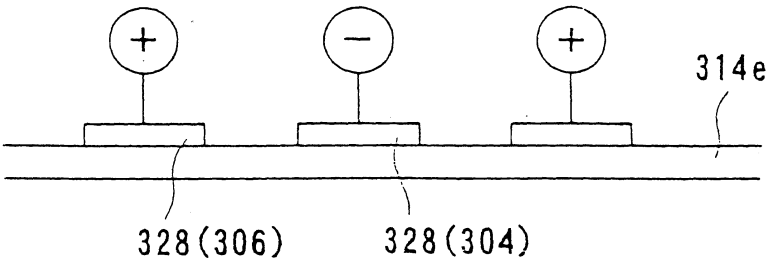
第57圖



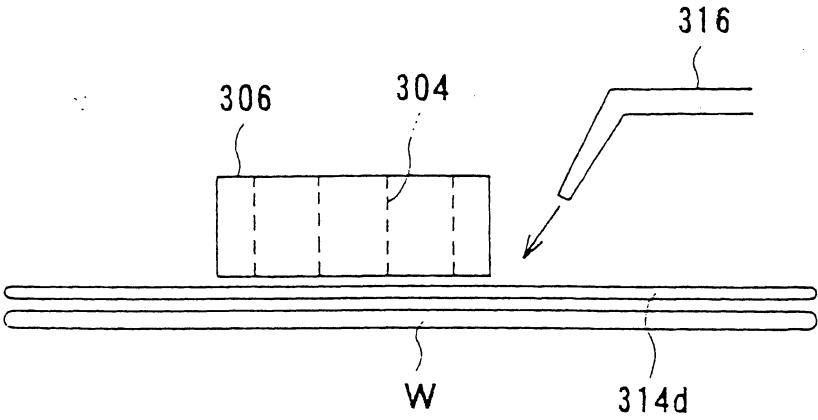
第58圖



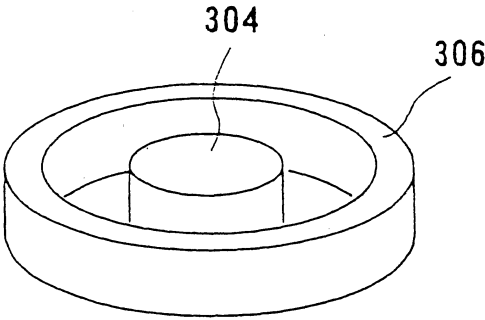
第59圖



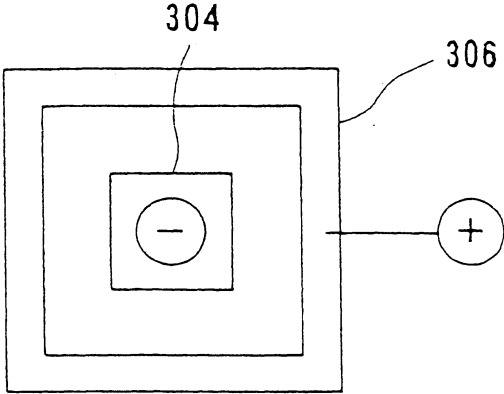
第60圖



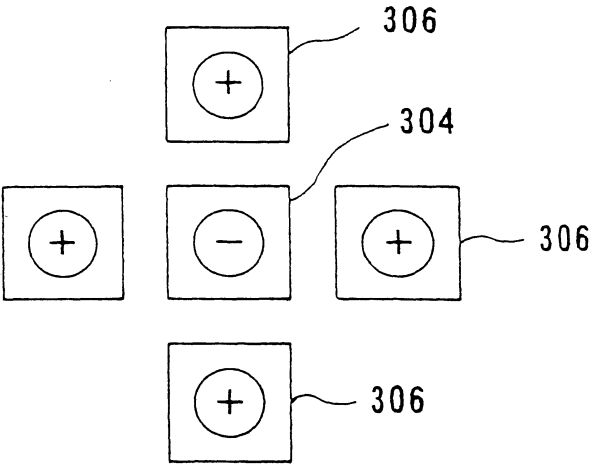
第61A圖



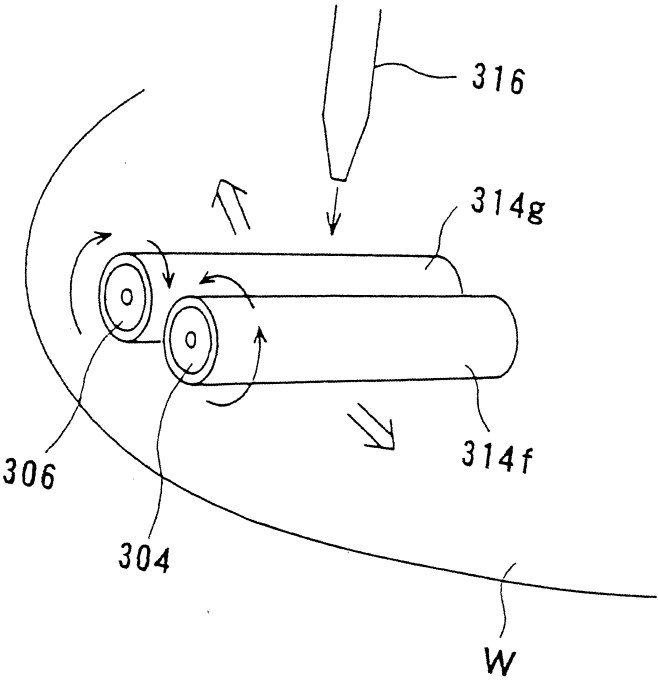
第61B圖



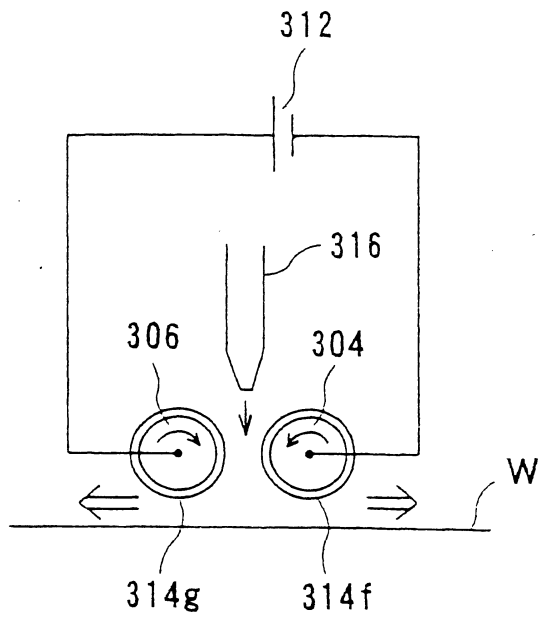
第 62 圖



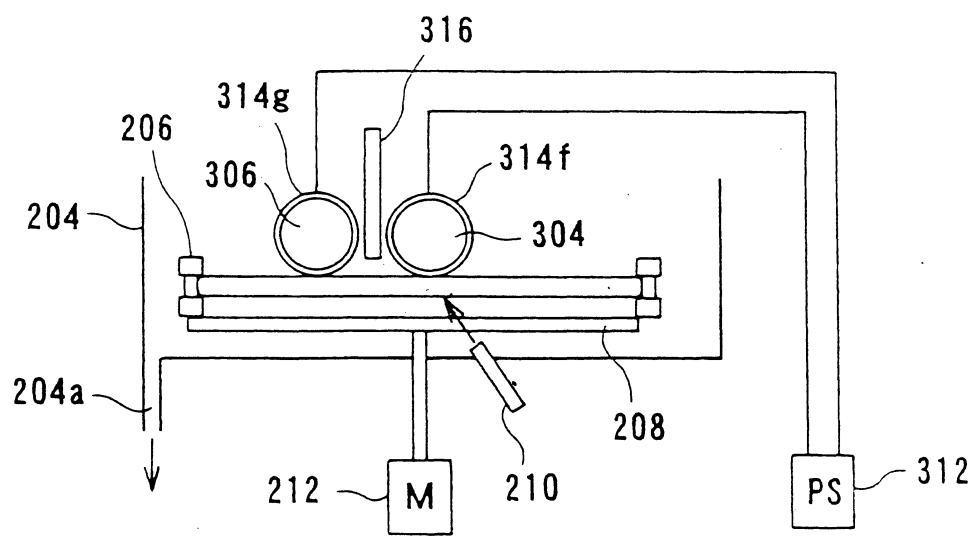
第 63 圖



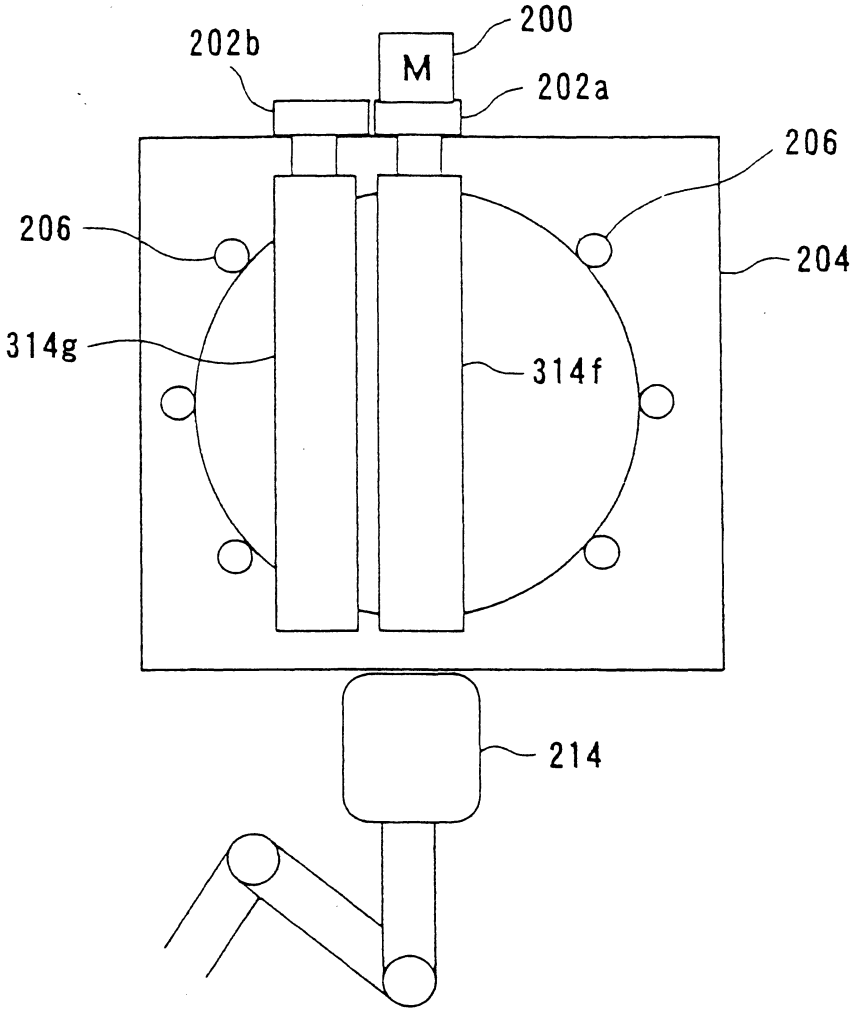
第64圖



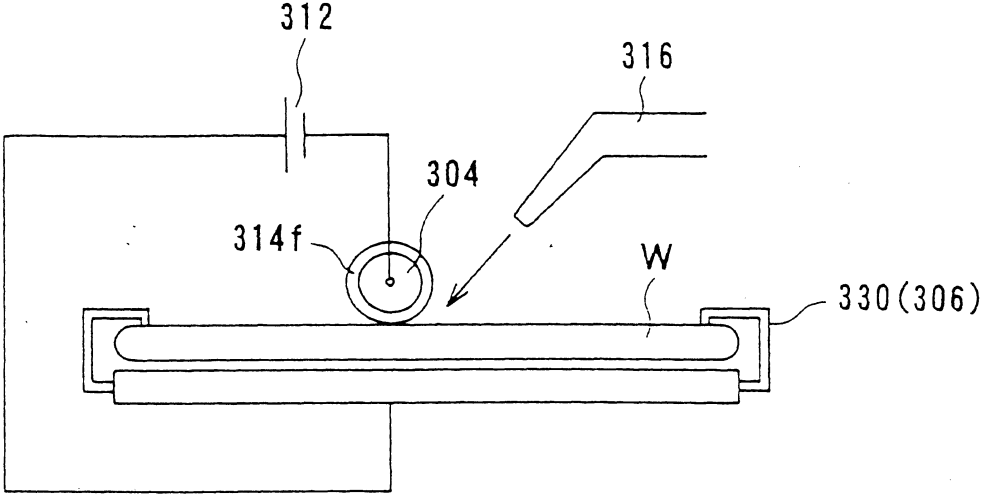
第 65 圖



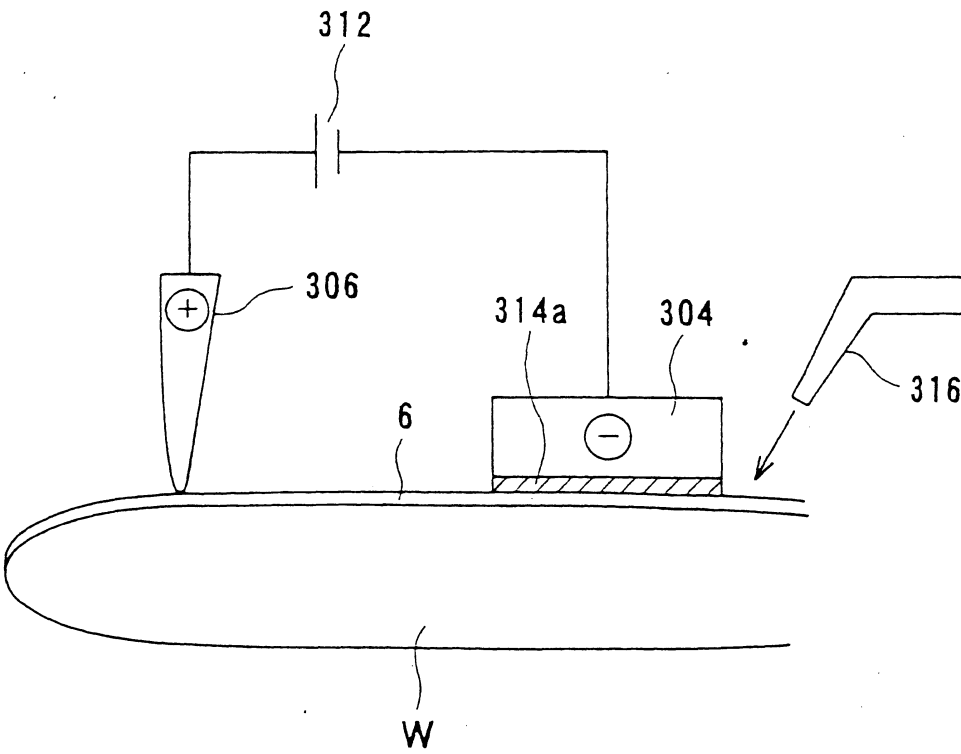
第 66 圖



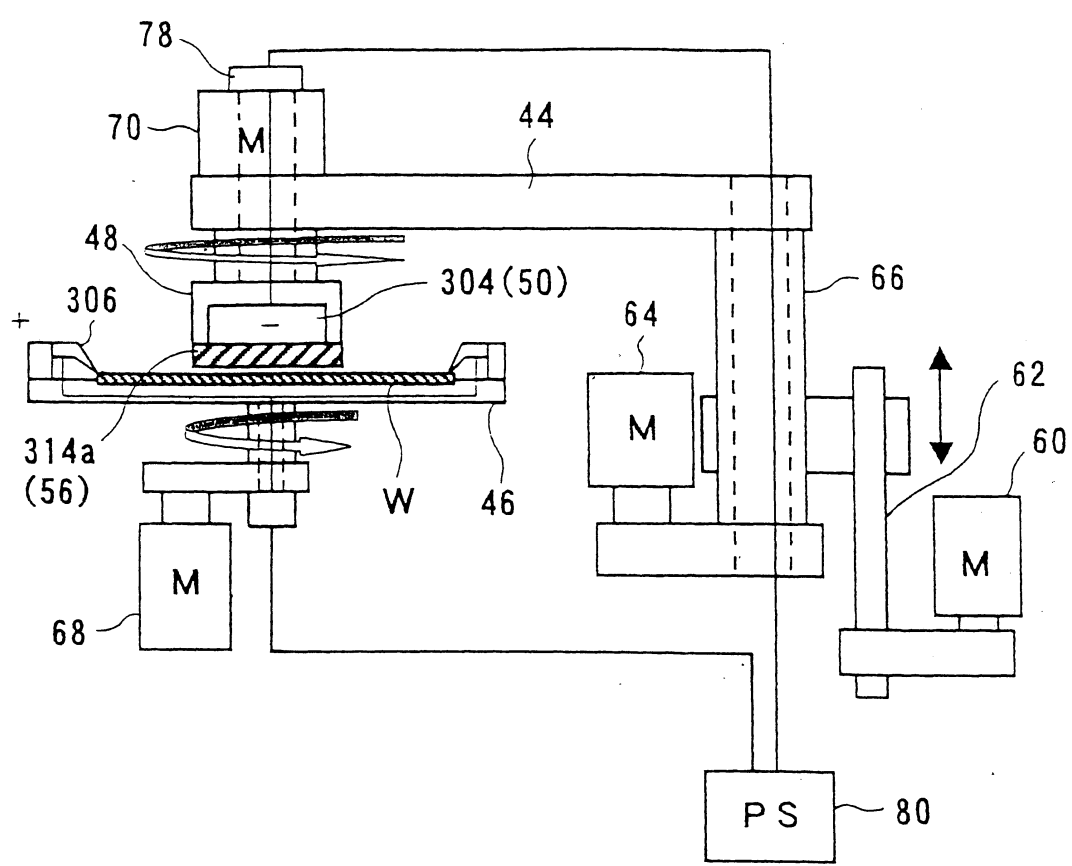
第67圖



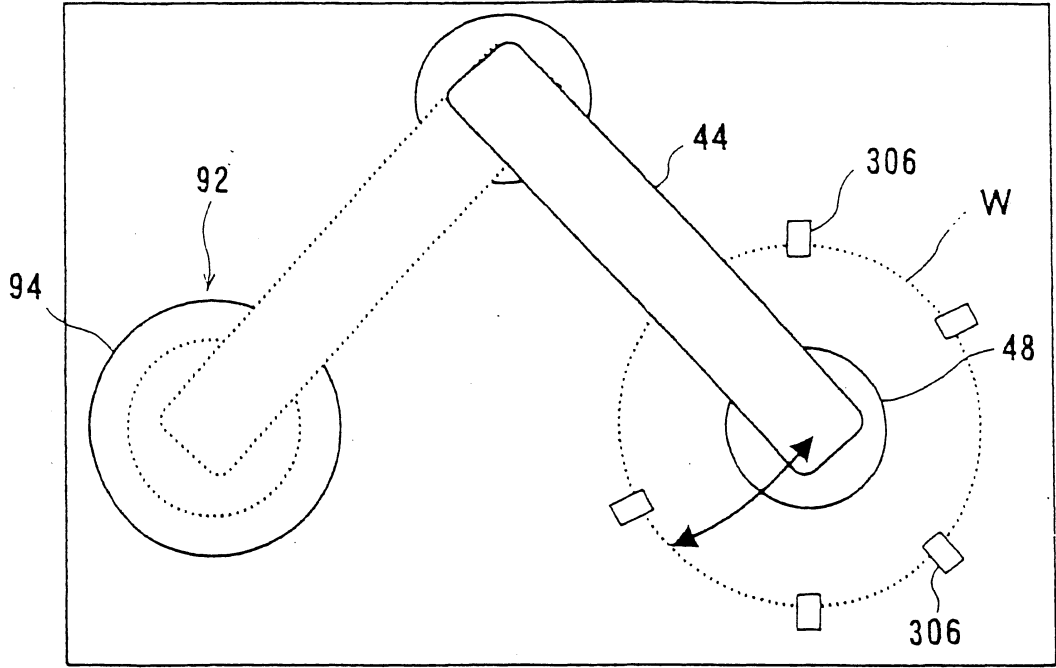
第 68 圖



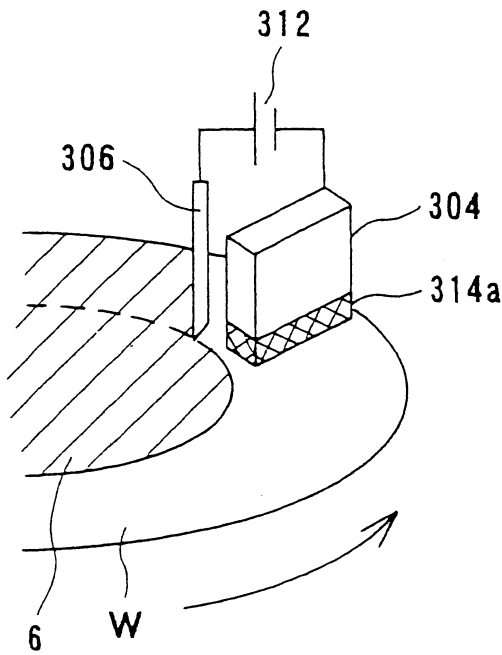
第 69 圖



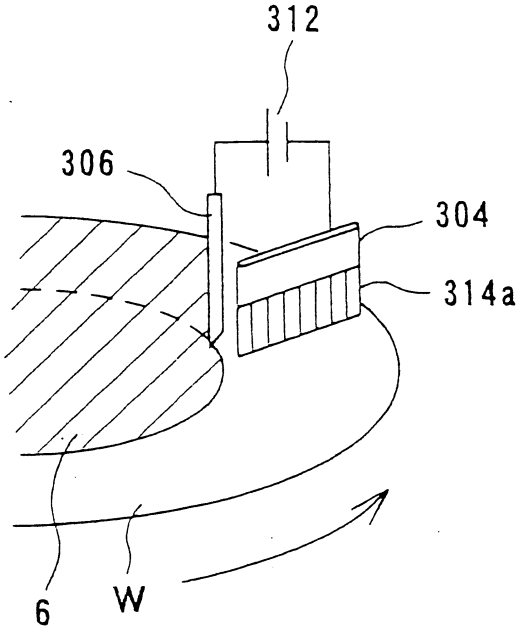
第70圖



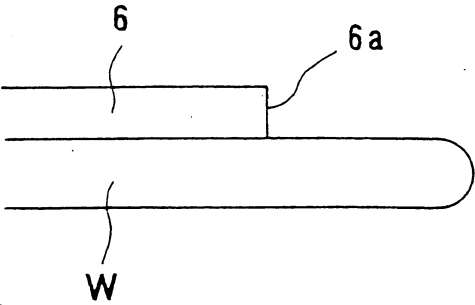
第71圖



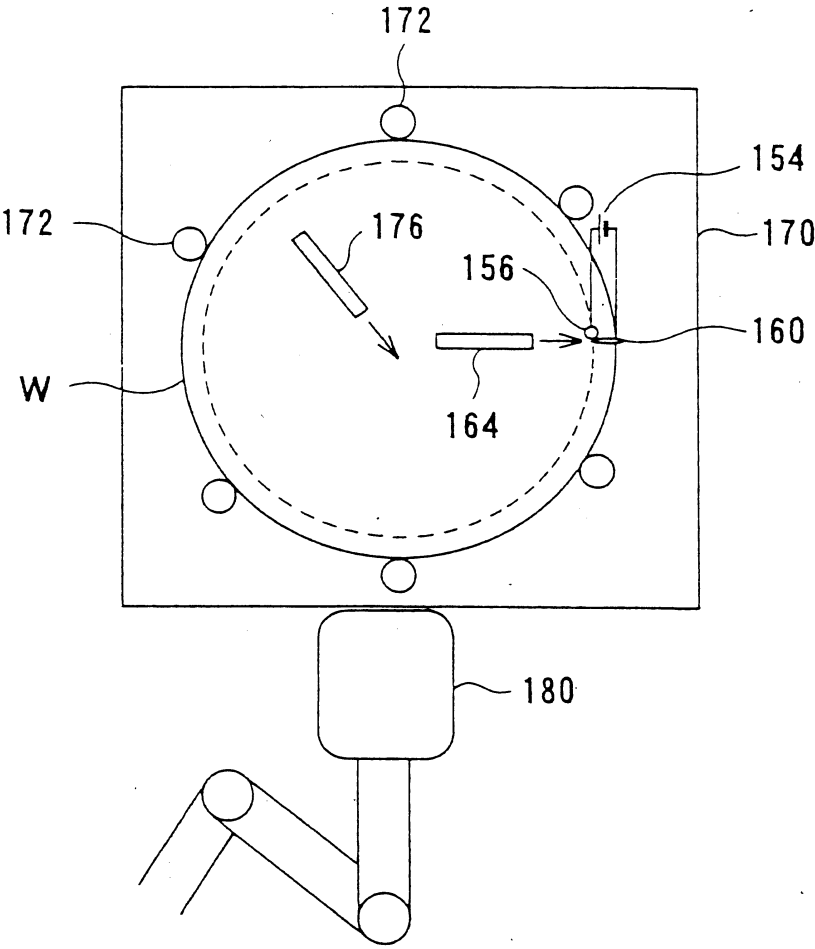
第72圖



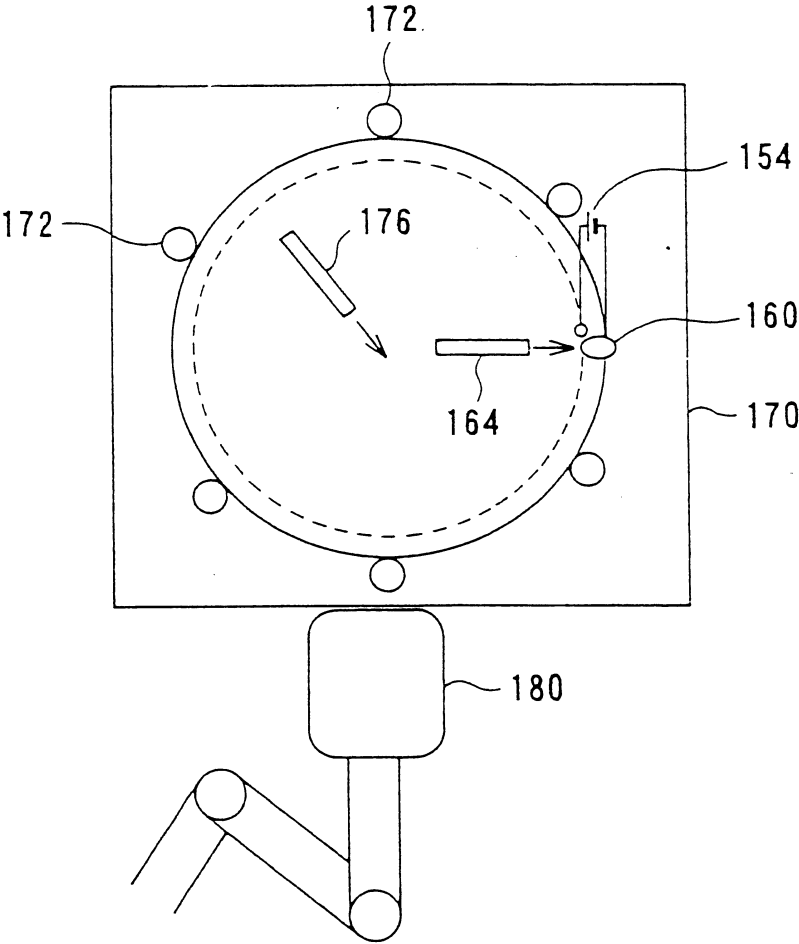
第73圖



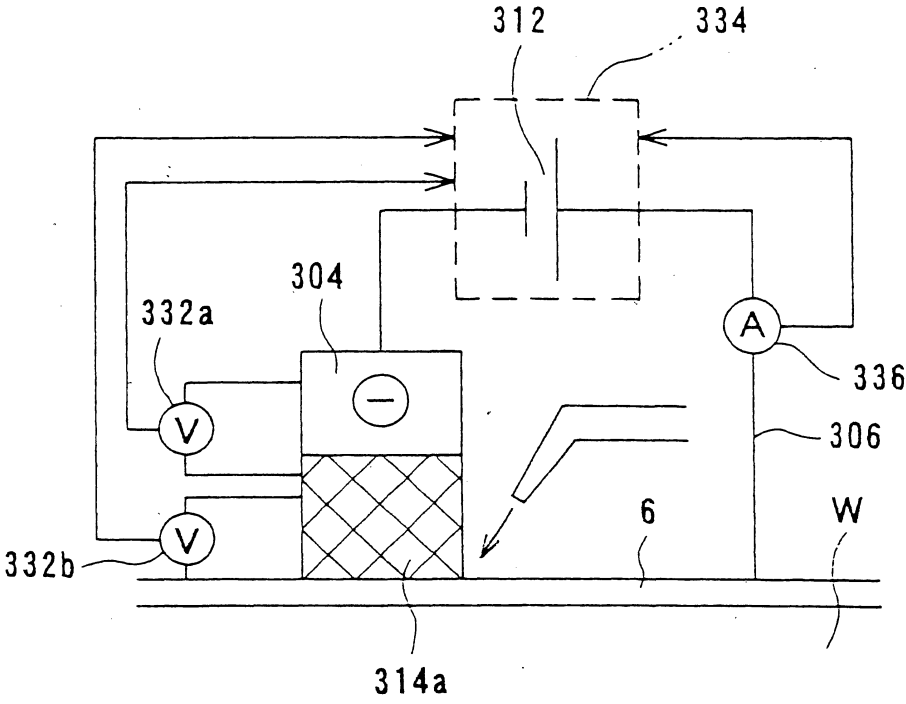
第74圖



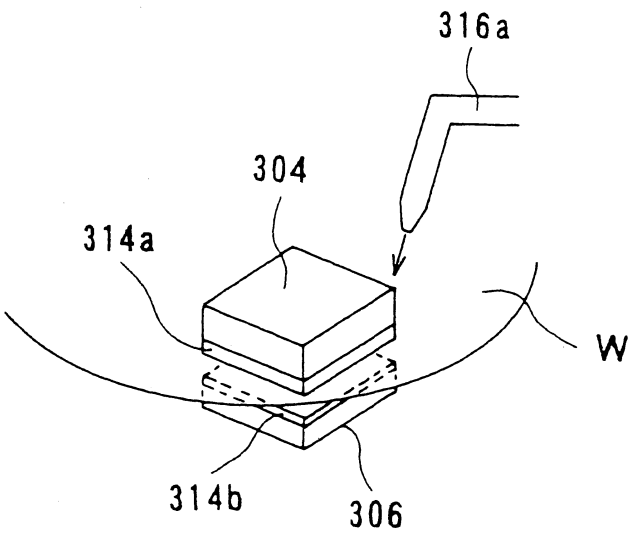
第76圖



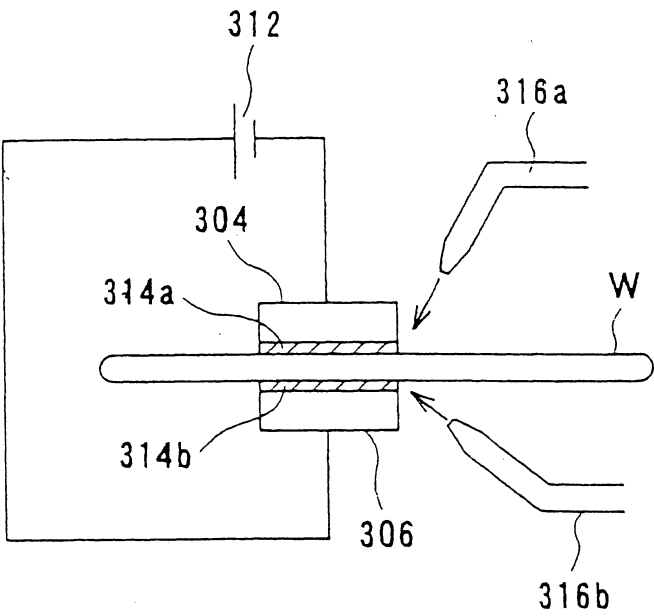
第77圖



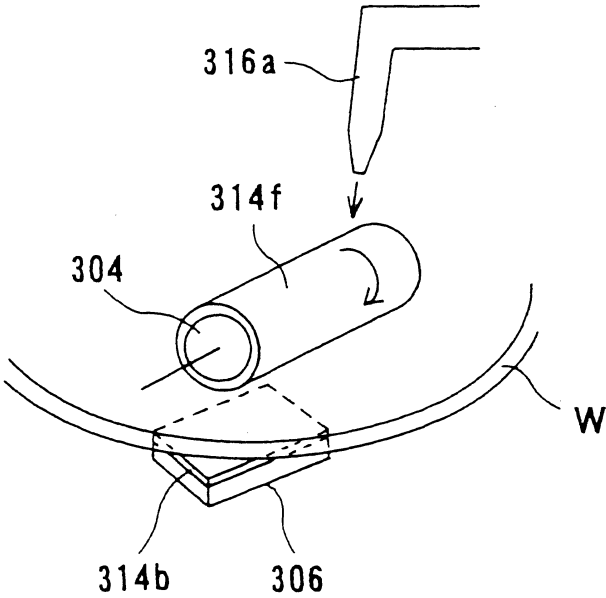
第78圖



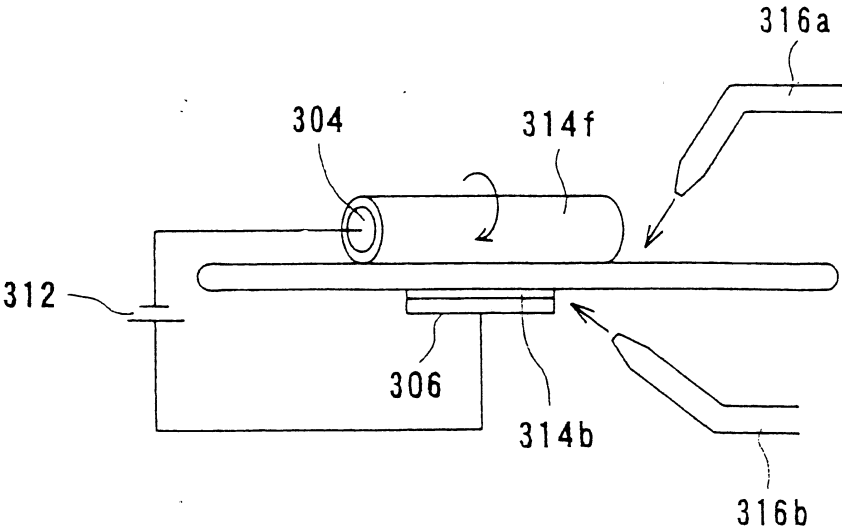
第79圖



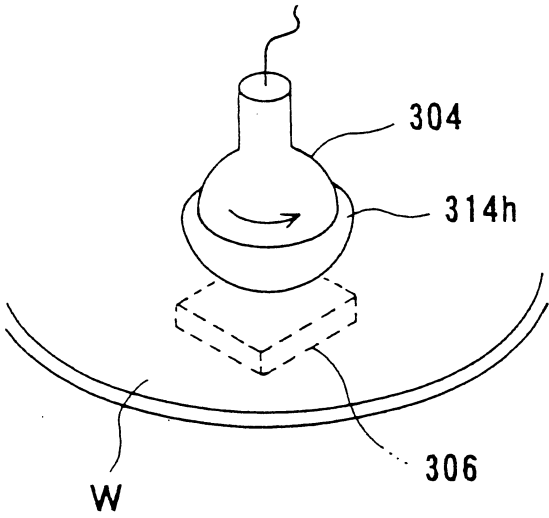
第80圖



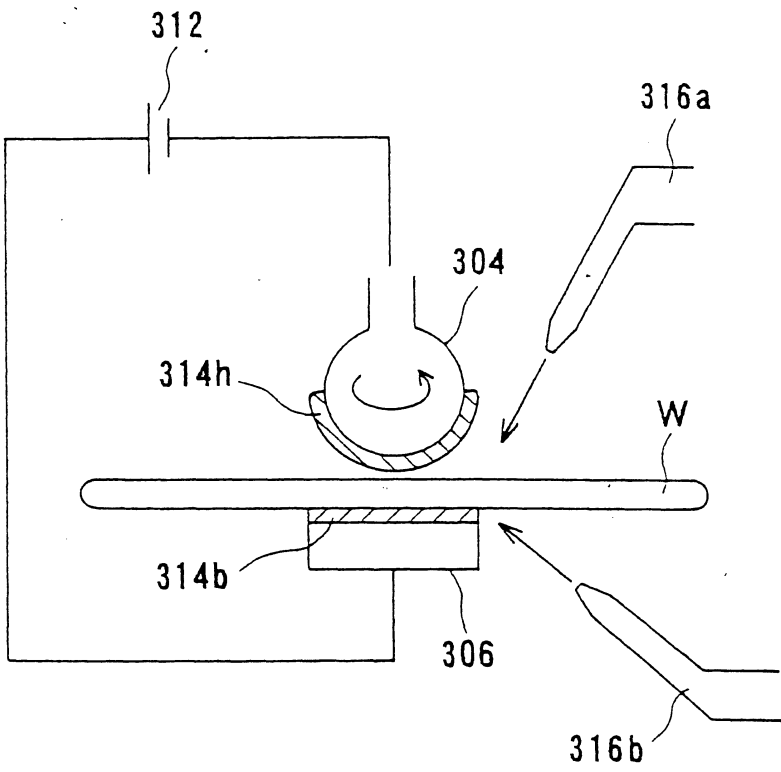
第81圖



第82圖

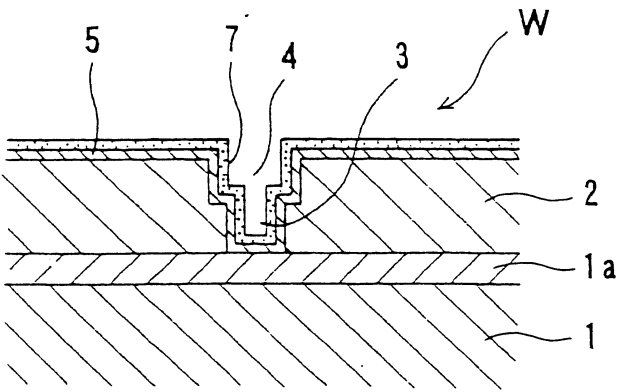


第83圖

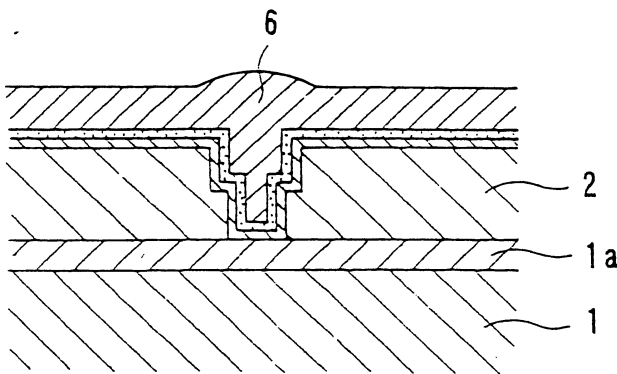


第84圖

第85A圖



第85B圖



第85C圖

