

公告本

387965

申請日期	84.6.5
案 號	84105626
類 別	584 G 21/06

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

387965

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	混凝土分段諧振頻率振動之方法與裝置
	英 文	Method and Apparatus of Staged Resonant Frequency Vibration of Concrete
二、發明人	姓 名	(1) 小撒母耳 A·法斯 (2) 小格倫 F·羅傑 (3) 理查 P·比秀普 (4) 達瑞爾 L·韋洛 (5) 布拉德·法斯
	國 籍	(1)~(5) 美 國
住、居所	住、居所	(1) 美國維吉尼亞州諾佛克市郵政信箱 6389 號 (2) 美國維吉尼亞州諾佛克市郵政信箱 6389 號 (3) 美國維吉尼亞州布克市郵政信箱 10495 號 (4) 美國維吉尼亞州諾佛克市郵政信箱 6389 號 (5) 美國維吉尼亞州諾佛克市郵政信箱 6389 號
	代 表 人 姓 名	(1) 小撒母耳 A·法斯 (2) 小格倫 F·羅傑 (3) 理查 P·比秀普 (4) 達瑞爾 L·韋洛 (5) 布拉德·法斯
三、申請人	姓 名 (名稱)	(1) 小撒母耳 A·法斯 (2) 小格倫 F·羅傑 (3) 理查 P·比秀普 (4) 達瑞爾 L·韋洛 (5) 布拉德·法斯
	國 籍	(1)~(5) 美 國
住、居所 (事務所)	住、居所	同 上
代 表 人 姓 名	代 表 人 姓 名	

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
IPC分類：

A6
B6

本案已向：

國(地區) 申請專利, 申請日期: 案號: , 有 無主張優先權
 美國 1993.12.03. 08/160,918

有關微生物已寄存於: , 寄存日期: , 寄存號碼:

(請先閱背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝
訂
線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明（ ）

係為相當於在該特定回合期間在本裝置 3 下方之相對較未壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較潮溼的（液態）混凝土團塊 M2 之自然諧振頻率的一個頻率。熟於此技者亦將可由此體會出，相對較未壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較潮溼的（液態）混凝土團塊 M2 之自然諧振頻率係隨每一振動階段而變化（即增加）。有數種方案將描述於下文中，供調適（液態）混凝土團塊 M2 之自然諧振頻率上的變化與改變。

在使用本發明的一種方法中，一系列個別振動器裝置 3 以用一個預定之固定速度通過溼混凝土上方，而每一個振動器裝置並以一種預定頻率與幅度振動。舉例而言，其中可有三個此種振動器裝置 3，其第一個係以相對較低之固定頻率振動；第二個振動器裝置在第一個振動器裝置已通過之後通過仍潮溼之混凝土表面，且可用一略為更高之固定頻率振動；第三個振動器裝置則可用一個更高之固定頻率振動。振動作用之預定頻率與幅度、以及諸振動器裝置移動之速度，係有利地依據經驗而視各種“坍塌度”處、厚度、以及其它因素來選定。詳言之，每一個振動器之預定頻率較佳地將被設定為落在未壓密鞏固之液態混凝土典型所見之諧振頻率的範圍內，而該未壓密鞏固之液態混凝土係指具有與用到各個特定振動器之預期液態混凝土厚度相當的一個厚度者。各個裝置 3c 可彼此被固定在一起（例如由堅硬連結構件 12 加以固定），如同第 19 圖中所示者；當然，於此狀況下，全部三個裝置 3c 均係以相同速度移行

五、發明說明 ()

本發明大致係關於以一些連續階段或增量，引入振動能量至一些塑性混凝土結構物內的方法及裝置。更詳細言之，本發明係關於用以藉著在一混凝土結構物于設置期間仍處於塑性狀態時，將處於溼混凝土諧振頻率之振動能量引入該混凝土結構物內，俾影響此混凝土結構物之硬固輪廓的一種方法與裝置。

構成混凝土構造，如混凝土板等時，某些習知程序僅涉及設置混凝土團塊於模型並以多種習知方式光整頂面，而無振動地任由混凝土硬化。其它程序涉及使用振動器暫時置於混凝土團塊各位置內或上，表面使用刮平表面及／或抹平作業之多種組合（含使用平抹刀、動力旋轉抹刀等）光整。

先前使用振動器設置混凝土方法之一問題是無法控制振動器。當任一段澆注混凝土板振動過度時，約略在混凝土板接觸振動器位置引起“硬點”。此外，過度振動混凝土也會引起振動器附近混凝土分離。混凝土分離和“硬點”二者皆導致不均勻且脆弱的板成品。因此之故先前混凝土設置作業典型地須小心地“不過度振動”混凝土團塊，或絲毫也未振動混凝土團塊。

此處振動塑性混凝土的主要目的係要藉著輔助促成水份和空氣向上遷移，而加速壓密鞏固混凝土團塊至儘可能接近均勻密度，否則水份和空氣會緩慢遷移或絲毫也不遷移。有空氣和水份捕集於其內時會使混凝土脆弱，而此等物質之緩慢遷移亦會拖長設置和光整混凝土團塊所需之時

五、發明說明()

用以判定在裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之兩種可替換方法,描述如下。

於用以判定在第5、8、與10圖中繪示之裝置3下方之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之一種方法中,與處理機單元6連通之一個(或多個)感測器5監測一個波前(“脈波”)移行穿過(液態)團塊M2、自邊界層L反射、並回到(諸)感測器處所需之時間。處理機單元6接著從聲音在液態混凝土中之速度以及波前(“脈波”)返回所需之時間,判定過渡區L之深度。藉著以所判定過渡區L之深度對著永久儲存於處理機單元6內之經驗資料作前後參照索引之動作,處理機單元6即可判定在感測器5下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之(液態)混凝土團塊M2的概略諧振頻率。電子控制器電路96接著視需要調整受磁致伸縮性致動器致動之振動器構件82的振動頻率及/或振動幅度、及/或振動之期間長短(亦即改變裝置3之前進速度),以達成過渡區La之預期形狀及/或升高作用。

在用以判定在裝置3(如同第5、8、與10圖所示者)下方之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之一個第二種方法中,與處理機單元6連通之諸感測器5藉著測量對由裝置3引入混凝土平板內之振動在一頻率範圍內的響應(主要為振動中的混凝土團塊內之振動的幅度),而直接監測在裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 ()

間。

習有施加振動至混凝土團塊之程序實際上無法控制或修改振動器（除了手動開關振動器）的振動特性（諸如頻率、振幅等等），且僅有粗糙之方式供控制或修改振動器作用在混凝土團塊上之時間長度。因此，此等習有程序產生的混凝土團塊其中壓密鞏固程度因位置而異（導致產生結構完整度不一致的結構物），及水份由表面蒸發所需時間亦會因位置而異（致使吾人極難使用自動化或機器人化之光整設備來光整該結構物）。

自然（亦即非振動）壓密鞏固與固化混凝土之另一現象是有水氣被捕集於固化團塊內。澆注時混凝土混合物常含遠超過真正進行適當固化及混凝土團塊強度最大值真正需要量的水。故意加入過量水以便運送、澆注、成型、和光整作業。若靜置（亦即未振動），則來自混凝土團塊重量之壓力最初緩慢迫使若干過量水通過混凝土團塊向上，如此，最初誘使若干過量水朝板面遷移，且同時接近板底進行混凝土團塊之壓密。即使混凝土團塊尚未最適當壓密鞏固，混凝土便開始固化。此種混凝土團塊固化延遲了該等過量水之剩餘部分移向板面之作用。同時，許多狀況中（尤其在低濕有風之日於太陽下澆注板時更為如此），水由表面蒸發過速，故頂上混凝土過早乾燥而開始固化。如此導致在或接近板面的混凝土固化，其更延遲過量水由表面下方的混凝土團塊遷移出來之作用。最終，此現象造成水氣被捕集於混凝土板內部。隨時間之經過，水泡乾燥，

（請先閱讀背面之注意事項）
寫本頁

裝

訂

線

五、發明說明()

留下小氣袋遍布實心混凝土板。此等氣袋會降低混凝土板終強度。

先前混凝土板設置作業中，有時會使用祛水技術，其中混凝土團塊經澆注並成型為有一上表面的構造，然後於濕混凝土板面上施加真空抽水系統而祛水。另外，混凝土團塊表面藉設置吸收材（如粗麻布等）於濕混凝土面，然後鋪乾燥劑（如乾水泥）於粗麻布上。祛水程序完成後，即移開粗麻布或真空抽水系統；其表面隨之以習知方式加以光整。習有混凝土光整程序屬勞力密集工法，又需大量使用有經驗的勞工並費時長期方能妥為進行。

下列美國專利案係關於使用埋設或以其它方式與混凝土團塊聯結的振動裝置將振動作用引入混凝土團塊方面之發展：2,015,217、2,223,734、2,269,109、2,293,962、及2,332,687。

雖然前述專利案係關於混凝土團塊之振動，但無任一者提示混凝土板、鋪板等之分段或逐步振動，其中引入混凝土團塊上或內之各階段振動，影響混凝土團塊至混凝土團塊內之某些特定期望深度；也無任一案敘述用以判定混凝土團塊已被壓密鞏固或須被振動之深度的裝置。

尚在繫屬中之美國專利申請案第08/055,004號案揭露了用以施加分段振動到一些塑性混凝土結構物中的一種方法與裝置。而吾人所進一步期望的是，能夠在使用此等分段振動方法與裝置時，讓為加速混凝土團塊之壓密鞏固作用所須施予混凝土結構物之振動能量量額，得以減至最少

（請先閱讀背面之注意事項）
（寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

。吾人更進一步期望的是，能夠在使用此等分段振動方法與裝置時，讓施予混凝土團塊之已充份壓密鞏固部分之振動能量，得以減至最少。吾人再進一步期望的是，能夠在使用此等分段振動方法與裝置時，讓所用振動暨感測設備之結構、製造及用法能夠簡化。

據此，本發明之一大目的係提供一種使用機器作業設置混凝土板或類似結構物之方法及裝置，其中混凝土係使用分段振動未固化塑性混凝土團塊而予以設置。

本發明之另一目的係提供一種設置具所述特性之混凝土板之方法及裝置，其中於各居間之階段的振動期間，致使水和空氣向上移行通過未固化的混凝土團塊，因而生成可界定的邊界層，此邊界層下方的混凝土團塊可定義為充分壓密鞏固、充份堅硬、且充份“乾燥”，而在此邊界層上方之混凝土團塊則可被定義為“潮溼”且尚未充分壓密鞏固。

本發明之另一目的係提供一種設置具所述特性的混凝土板或類似結構物之方法及裝置，其中未固化混凝土團塊由底向上朝頂面依序被壓密鞏固，故得達成具大致上由底至（或近）頂均勻密度的設置結構物，其中各毗鄰水平層之混凝土團塊的壓密鞏固和整合一體係靠可有利地施予振動給未固化混凝土團塊之振動器裝置來進行。

本發明之另一目的係要提供一種使用機器作業來設置混凝土板或類似結構物的方法及裝置，其中混凝土團塊之壓密鞏固速率係由多個“階段”（或是混凝土團塊之系列

（請先閱讀背面之注意事項）
寫本頁

裝

訂

線

五、發明說明()

振動)來控制，而每一“階段”僅(或主要地)影響到混凝土團塊總厚度之一部分。

本發明之又一目的係要提供一種具所述特性之方法及裝置，其中必須被引入混凝土團塊內俾完成預期作用的混凝土能量量額被降至最低。

本發明之再一目的係要提供一種設置具所述特性之混凝土板或類似結構物之方法及裝置，其中被引入在邊界層上方之相對上呈“潮溼”之混凝土團塊內的振動能量量額係被調適於最佳，而被引入在邊界層下方之相對上呈“乾燥”之混凝土團塊內的振動能量量額則被減至最低。

本發明之更一目的係要提供一種設置具所述特性之混凝土板或類似結構物之方法及裝置，其中振動能量係以或接近在邊界層上方之相對上呈“潮溼”之混凝土團塊之自然諧振頻率(或其諧波)，而有利地被引入混凝土團塊內。

本發明之另一目的係要提供本發明的一種變化型態，其中在邊界層上方之相對上呈“潮溼”之混凝土團塊之諧振頻率直接或間接地被量測，且施予混凝土團塊之振動能量之一或更多種特性係依據此一量測之結果而有利地被改變。

這些目的以及其它會在後文中逐漸顯明之目的及優點，係在於如同後文所說明及界定請求者之構造及操作的諸項細節上；其中會參照屬該等說明之一部分的諸幅附圖，而其中類似編號係從頭到尾表示類似部件。

五、發明說明 ()

第 1 圖為繪示出甫澆注混凝土圍塊後之刻正建造中的一塊混凝土板之一幅示意剖面圖；

第 2 圖為繪出第 1 圖之混凝土板之硬固度分佈輪廓的一組圖表；

第 3 圖為第 1 圖所示混凝土板在已澆注混凝土圍塊一段短時間後但尚在振動混凝土圍塊之前的狀態之一幅示意剖面圖；

第 4 圖為繪出第 3 圖之混凝土板之硬固度分佈輪廓的一組圖表；

第 5 圖為顯示出第 1 圖所示混凝土板在使用本發明進行之第一階段振動期間之狀況的一幅示意剖面圖；

第 6 圖為顯示出第 1 圖所示混凝土板在甫使用本發明進行第一階段振動後之狀況的一幅示意剖面圖；

第 7 圖為繪出第 6 圖之混凝土板之硬固度分佈輪廓的一組圖表；

第 8 圖為顯示出第 1 圖所示混凝土板在使用本發明進行之第二階段振動期間之狀況的一幅示意剖面圖；

第 9 圖為繪出第 8 圖之混凝土板之左側在振動器通過後之硬固度分佈輪廓的一組圖表；

第 10 圖為顯示出第 1 圖所示混凝土板在使用本發明進行之最末階段振動期間之狀況的一幅示意剖面圖；

第 11 圖為繪出第 10 圖之混凝土板之左側在振動器通過後之硬固度分佈輪廓的一組圖表；

第 12 圖為顯示出本發明較佳實施例之一塊混凝土板的

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

一幅示意剖面圖；

第13圖為顯示出本發明之振動器裝置之一經修改實施例的一幅示意剖面圖；

第14圖為顯示以一種“固定”模式操作本發明之一種方法的一幅示意流程圖；

第15圖為顯示以一種“可調整”模式操作本發明之一種方法的一幅示意流程圖；

第16圖為顯示以一種“邊界層”模式操作本發明之一種方法的一幅示意流程圖；

第17圖為顯示以一種“聲脈波發送器(pinger)”模式操作本發明之一種方法的一幅示意流程圖；

第18圖為顯示以一種“安培計”模式操作本發明之一種方法的一幅示意流程圖；

以及第19圖為顯示出依據本發明所組成而彼此固接之多個振動器裝置的一幅示意剖視圖。

如同下文將描述者，本發明係為設置一些混凝土板（以及相關結構物）的一種裝置與方法，其中振動能量以一種受控制之型式被施予一個未固化塑性混凝土團塊M內，以影響該混凝土團塊之“硬固度”（以及其它性質）。就此而言，“硬固”及“硬固度”二詞係指混凝土團塊之密實度，或者更詳細言之，在表示混凝土團塊中主要顯現似固態性質之任何部分時係指“固態性”之程度，或係在表示混凝土團塊中主要顯現似液態性質之任何部分時係指“液態性”之程度。應知，使在混凝土團塊中主要顯現似液

（請先閱讀背面之注意事項）
（寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

態性質之任何部分中之硬固度增加，即相當於減少其“液態性”；而使在混凝土團塊中主要顯現似固態性質之任何部分中的硬固度增加，則相當於增加其“固態性”。

雖然混凝土團塊 M 在初始被澆注時實際上係為固體（包括水泥、凝料等等）與液體（主要為水）之混合物，但初始被澆注之混凝土團塊主要仍顯現一些似液態性質，且因而可被視為液體。在附圖之多幅圖面中，直線 70 大致上相當於一個“硬固度”之程度，在此程度以上之混凝土團塊可被視為表現得較像固體，而在此程度以下之混凝土團塊則可被視為表現得較像液體。

附圖第 1 圖例示說明混凝土團塊（圖中大致標示為 M），當混凝土由任何適當來源以某種型樣（圖上未顯示出）或類似物澆注於平板底基層 B 上時，可呈平板形。混凝土團塊 M 典型地包含凝料、水泥、水和其它習用於混凝土平板中之添加劑。

當最初澆注混凝土團塊 M 時，凝料、水泥、水和其它摻混入混凝土的材料，典型地隨機分布遍於介於底基層 B 與混凝土平板暴露頂面 1 間之混凝土團塊 M 全部厚度。首先澆注混凝土團塊 M 時，實際上並無任何混凝土團塊充分壓密鞏固、硬固及乾燥到足可供光整平板頂面 1。（就此而言，“光整”一詞係為此項技術領域中之專用語，表示混凝土平板表面被整平之方式。）另外，在首度澆注混凝土團塊 M 時，典型地於混凝土團塊 M 全部體積中由一點至另一點之間，混凝土團塊 M 之水含量和壓密鞏固程度存

（請先閱讀背面之注意事項）
（高本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

在有變化。被澆注之混凝土之稠度上的此種變化對本發明之操作而言並無特殊重要性，而是如業界人士所了解地，乃隨機混合之混凝土的固有（且不為吾人樂見之）性質。

熟於此技者將會體會到，一部卡車所載運之混凝土與另一部卡車所載運之混凝土之間，在混凝土稠度上並非不常見有頗大差別。是故，即使由任何特定卡車澆注出之混凝土具有相當均勻之稠度，但當一片混凝土平板係經多次澆注方組構成時，在所澆注混凝土之稠度上仍可能存有極大差異。緣是，以多部卡車載運量澆注所組構成之一些混凝土平板中，即便所澆注混凝土之稠度在垂直平面上可能僅有相當小差異，但所澆注混凝土之稠度在某一水平平面上存有相當大變異則非罕見。再次強調，所澆注混凝土之稠度上的此等變化對於本發明之操作並無決定性影響，其僅如熟於此技者所知地，乃是在經多次澆注混凝土所組構成之一些混凝土平板中常見（而不受歡迎）之一種性質而已。

第2圖係為繪示出于混凝土團塊M首度被澆注之際，在平板頂部與底部之間之一種典型輪廓狀“硬固度”梯度的一幅圖表。

當混凝土平板（及類似結構物）被設置時，傳統作法係採用開始時比開始進行光整作業時所需者具更大含水量、壓密鞏固程度更低、且硬固程度更低的混凝土團塊。在設置一個混凝土結構物時，這些性質在初始階段均是吾人所期望者，因為它們使混凝土團塊比不具此等性質者更似

（請先閱讀背面之注意事項）
寫本頁

裝

訂

線

五、發明說明()

液體且更易施工。另外，混凝土團塊初始時所含之過量水份，具有防止或延緩混凝土團塊（違背吾人所願地）過早固化之作用。而在此等溼度過大而似液體之混凝土團塊被澆注於定位，並大略地被整理成所期望深度與形狀之平板之後，接著即須去除多餘之水份，並須使混凝土團塊在可開始光整作業以前變得更壓密鞏固、及更為“硬固”。

如同第2圖中之不規則線條50所示，於混凝土團塊首度被澆注之際，混凝土團塊之硬固度會從平板頂部向底部發生些微變化，但平均而言，自平板底部到頂部之硬固度仍幾近固定。

直線70表示第2、4、7、9、與11圖中之一個恆定的硬固度數值，其代表期望在開始進行光整作業之前得到之混凝土團塊“硬固度”的最小值。再者，如同先前（上文）所述，直線70大致上相當於一個“硬固度”之程度，在此程度以上之混凝土團塊可被視為表現得較像固體，而在此程度以下之混凝土團塊則可被視為表現得較像液體。如第2圖所示，于混凝土團塊首度被澆注之際，整個混凝土團塊之硬固程度低於由直線70所代表之該最小期望值。

現在參見第3圖：於混凝土團塊M已被澆注於底基層B上成平板形後，構成混凝土團塊的混凝土料（圖上未示出）之重量會自然向下推向底基層B。相當高密度的此等混凝土料開始將水和所陷捕的空氣擠壓送出混凝土團塊M外。因近平板底部2處之壓力比近平板頂部1處者為高，故最初自近平板底部之混凝土團塊擠出的水和陷捕的空氣，比

（請先閱讀背面之注意事項）（寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

近平板頂部者為多，如此導致近平板底部 2 的混凝土 M1 相對較壓密鞏固、相對較硬固、和相對較乾，而近平板頂部 1 的混凝土 M2 相對較未壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較不乾。

第 4 圖係為繪示出在混凝土團塊 M 首度被澆注並已開始自然祛水程序後，在平板頂部與底部間之典型輪廓性硬固度梯度的一幅圖表。如第 4 圖所示，在已開始自然祛水程序之後，混凝土團塊愈靠近平板底部之硬固度大體上即愈大（如線段 53 所示），而愈靠近平板頂部之硬固度大體上則愈小（如線段 51 所示）。介於線段 51 與線段 53 之間的為一段相對上較平坦之線段 52，其相當於介於靠近平板底部 2 之相對上較為硬固之混凝土團塊 M1 與靠近平板頂部 1 之相對上較不硬固之混凝土團塊 M2 之間的一個過渡區 L。

細覽第 4 圖可看出，相對上較不硬固之混凝土團塊 M2 可被視為具有主要似液體之性質。再者，由於（液態）混凝土團塊 M2 中之水份對固體比例（平均而言）係隨在平板頂部以下之深度增加而減少（由於自然祛水作用之故），是以（液態）混凝土團塊 M2 之硬固度在靠近平板頂部處會比在靠近過渡區 L 處略低。細覽第 4 圖時尚可了解到，相對上較硬固之混凝土團塊 M1 可被視為具有主要似固體之性質。

因為混凝土團塊 M2（亦即在過渡區 L 以上者）有效地形同液體，且因為混凝土團塊 M1（亦即在過渡區 L 以下者）有效地等同固體，故在過渡區 L 上方之（液態）混凝土

（請先閱讀背面之注意事項）
（寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

團塊 M2 的自然諧振頻率，在大部分情況下，均會不同於在過渡區 L 下方之（固態）混凝土團塊 M1 的自然諧振頻率。無論如何，不管（液態）混凝土團塊 M2 與（固態）混凝土團塊 M1 之自然諧振頻率相等或相異，聲音通過前者之速度（亦即振動傳播速率）均會不同於（亦即慢於）聲音通過後者之速度。另外，由於（液態）混凝土團塊 M2 與（固態）混凝土團塊 M1 之間在聲阻抗上的差異，直接被引入（液態）混凝土團塊 M2 內之任何機械性振動主要均會停留於（液態）混凝土團塊 M2 內，且因而對（液態）混凝土團塊 M2 可能有比對（固態）混凝土團塊 M1 有遠為更大的影響作用。

再次參照第 3 圖：在混凝土平板表面 1 上典型地會發展出光整區 7，其較佳不超過 1 吋厚。在光整區 7 中，整個設置操作期間可收集遷移水。也可使用光整作業（容後詳述）導致光整區段 7 內比混凝土團塊 M 其餘部分具有相對較高濃度之“細料”及“超細料”、及相對較低濃度之混凝土料。

介於近平板底部 2 之相對較壓密鞏固、相對較硬固與相對較乾的（固態）混凝土團塊 M1 與近平板頂部 1 之相對較未壓密鞏固、相對較不硬固與相對較不乾的（液態）混凝土團塊 M2 之間，是一層過渡區 L。為便於了解本文之揭示內容，過渡區 L 可解釋為代表一層邊界層，於其以上之混凝土團塊 M2 顯現似液體性質，而於其以下之混凝土團塊 M1 則顯現出似固體性質。

（請先閱讀背面之注意事項）（寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

在過渡區 L 中，其平均硬固度梯度（亦即硬固度變化除以高度變化）典型地遠大於在平板底部之（固態）混凝土團塊 M1 與在平板頂部之（液態）混凝土團塊 M2 二者的平均硬固度梯度。實際上，過渡區 L 可為一層極窄層體（量起來或許僅有 1 毫米厚），或為一層相當厚之區域，視混凝土團塊之一些性質及其所在環境而定。

因混凝土混合與澆注時先天上固有的不一致性，如第 3 圖之例示說明，自然地出現在澆注平板中的過渡區 L 之深度，眾所皆知並不均勻。另外，一混凝土平板之諸不同區域間（亦即在一混凝土平板之一些水平分隔區域之間）可能在過渡區 L 之深度上存有極大變異。同一混凝土平板之一些不同區域間在過渡區 L 之深度上的此等大差異，例如可能在單一塊混凝土平板係由多部卡車載運之混合混凝土所澆注成時出現。業界人士將會了解，混凝土團塊 M 之固化速率（及因而其強度與稠度）通常將隨過渡區 L 在平板頂面 1 下方之深度而異。特別是，於混凝土平板之一給定垂直節段中，過渡區 L 在表面 1 下方至未充分壓密鞏固、未充分硬固、未充分乾燥的（液態）混凝土團塊 M2 底部的深度愈大，則混凝土平板之此特定垂直節段所需之固化時間即愈長。

〔為求簡化本發明之描述及介紹瞭解之過程，在本文中提及了所澆注之混凝土團塊 M 之三個副表面區域，亦即在圖中標示為 M1、M2、與 L 之該等區域。儘管在各該指定區域（M1、M2、與 L）中之混凝土團塊具有各自的可限定

（請先閱讀背面之注意事項）
（寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

之物理性質(亦即壓密鞏固程度、硬固度等等)，應知諸相鄰層之混凝土團塊仍是連續、本身彼此互連、且可以一起形成單一塊混凝土平板。]

現在參照第5圖：可將振動引入混凝土團塊M之一組振動器裝置(在圖中大致以3標示之，而於下文中將統稱為“裝置”)沿前進方向(圖中之箭頭4所示)移動跨越平板頂面1。當振動器裝置3作動時，它引進振動入振動器裝置3下方的混凝土團塊M，而使混凝土團塊M內部捕集的水和空氣朝平板頂面1向上遷移。振動在其第一回通過(或階段)期間被引入混凝土團塊M內之頻率，可有利地(例如依據過去對具有類似水含量、類似厚度、類似混凝土料大小等等之一些混凝土平板所累積之經驗)予以預選在此等新近澆注成之平板所典型具有之(液態)混凝土團塊M的自然諧振頻率範圍內。

隨著水和空氣因振動而向上遷移，近平板底部2的相對較壓密鞏固、相對較硬固、且相對較乾的(固態)混凝土團塊M1之深度即升高，且相對應地，橫越此平板之過渡區La的深度亦升高。熟於此技者將會體會到，隨著近平板底部2的相對較壓密鞏固、相對較硬固、且相對較乾的(固態)混凝土團塊M1之深度升高，此部分混凝土團塊M1之自然諧振頻率亦會變化；且隨著近平板頂部1的相對較未壓密鞏固、且相對較潮溼的(液態)混凝土團塊M2之厚度減少，此部分混凝土團塊M2之自然諧振頻率亦會改變。詳言之，隨著相對較未壓密鞏固、且相對較潮溼的(液態)

(請先閱讀背面之注意事項再(寫本頁))

裝

訂

線

五、發明說明 ()

混凝土團塊M2之厚度變薄，其自然諧振頻率即上升。

第6圖例示說明在振動器裝置3已完成第一回合或第一“階段”混凝土團塊M之振動後，混凝土平板的情況。將可瞭解到，在第一階段振動完成後，充分壓密鞏固、充分硬固、且充分乾燥的（固態）混凝土團塊M1之體積（在第6圖中可用尺寸D2表之），即較第一階段振動前所出現之體積（在第3圖中可用尺寸D1表之）為大。

第7圖繪示出在振動器裝置已完成跨越混凝土團塊之第一回合振動後不久，於平板頂部與底部間的一種典型輪廓性硬固度梯度。如第7圖所示，於振動器裝置已完成跨越混凝土團塊之第一回合振動後不久，在過渡區La以下之（固態）混凝土團塊M1不只變得比振動器第一回合振動以前的狀況更深，且亦較之更形硬固（如同第7圖中之線段56對比於第4圖中之對應線段53所示）。（固態）混凝土團塊M1之深度在裝置3引入振動後增加的原因端在，藉由振動混凝土團塊，混凝土團塊中過量水份之向上遷移作用即被加速（相對於未振動時自然發生之水份遷移速率）。已觀察到，當液態混凝土團塊（諸如混凝土團塊M2）受振動時，祇要受振動混凝土團塊內尚存有足量水份讓各種固體成份（亦即凝料、水泥等等）彼此分離，則可能位於混凝土團塊各種固體成份之間的過量水份，便會以一個經加速之速率向上朝平板頂面滲出。就某一方面來說，此等過量水份會潤滑（液態）混凝土團塊之諸固體成份，使此團塊具液體之一些特性。而當足量水份自混凝土團塊中去

（請先閱讀背面之注意事項）
（寫本頁）

裝
訂
線

五、發明說明 ()

除時，水份即不再能適度潤滑混凝土團塊之諸固體成份，且各個固體成份便開始機械性地彼此“鎖固”起來。而一旦足量水份已自混凝土團塊之一部分中除去，以使各個固體成份機械性地彼此“鎖固”起來時，該部分混凝土團塊即開始顯現出一些固體特性。

(固態) 混凝土團塊 M1 在此混凝土團塊已被振動器裝置振動過後，變得比譬如由於自然祛水作用而產生之硬固狀況 (如第 4 圖中之線段 53 所示) 更為硬固 (如同第 7 圖中之線段 56 所示) 的原因端在，藉著振動混凝土團塊內之各種固體成份，此等各種固體成份即可移入一些空隙內，而促使各固體成份有更大之壓密鞏固程度及較大之“鎖固”程度。

現在參照第 8 圖：在過渡區 La 已藉第一回或“階段”振動而略升高後，同一 (或類似之) 振動器裝置 3 接著可如第 8 圖所示地用於第二回合或“階段”之振動，以進一步升高過渡區 Lb，及因而提高在過渡區 Lb 以下之相對較壓密鞏固、相對較硬固、且相對較乾的 (固態) 混凝土團塊 M1 之厚度，並藉以減少靠近平板頂部之相對較不壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較潮溼的 (液態) 混凝土團塊 M2 之厚度。

於此第二回合期間被引入混凝土團塊內之振動的頻率較佳地係被設定在一個第二頻率，此第二頻率對應於相對較不壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較潮溼的該 (液態) 混凝土團塊 M2 之自然諧振頻率。藉著把欲在第二回合期

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

間被引入混凝土團塊內之振動的頻率調整(亦即從第一頻率調到第二頻率)為相當於在過渡區La上方之(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率,則欲充份振動(液態)混凝土團塊M2以造成壓密鞏固及使水份向上遷移所需之能量量額,即可減至最少。而且,如同業界人士將了解地,由於在過渡區下方之相對較壓密鞏固之(固態)混凝土團塊M1的諧振頻率,在大部份狀況下,均會與在過渡區上方之(液態)混凝土團塊M2的諧振頻率大為不同,且因為(液態)混凝土團塊M2與(固態)混凝土團塊M1之間在聲阻抗上亦不同,故本裝置所引入之振動作用將在靠近平板頂部之(液態)混凝土團塊M2內,遠比在靠近平板底部之(固態)混凝土團塊M1內更為有其效用(亦即將引致更劇烈之振動,及因而引起更大的粒子壓密鞏固作用與水份遷移作用)。緣是,藉著把在或接近(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率的振動能量引入該(液態)混凝土團塊M2內,便可使欲完成混凝土團塊固體成份之預期壓密鞏固作用所需的振動能量之量額降至最低(因為以或接近混凝土團塊諧振頻率之頻率振動混凝土團塊時,會比以其它頻率時用較少能量產生更大振幅)。

被引入混凝土團塊M內之振動能量的量額得能減少,不僅是因為振動能量傳遞通過相對上較潮溼之混凝土團塊M2的效率較高,且亦因為該(液態)混凝土團塊M2(亦即尚須被壓密鞏固、乾燥、及“完全硬固”之該部分混凝土)只包含平板之整個團塊的一小部分而已。換言之,依據

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

本發明，並不需要引入足以激勵整塊混凝土平板的能量；而是僅須引入激勵整個混凝土平板之“液態”部分所需的能量即已足夠。

將可體會到，由於本裝置引入混凝土團塊M內之振動能量額減至最少，故本裝置需求之動力、以及結構性與維修之需求俱可降低。

進一步可瞭解到，藉著以上述方式施加受控制之振動到混凝土團塊M內，混凝土團塊M的壓密鞏固和乾燥程序，相對於憑藉混凝土團塊之自然重力沈澱作用而自然發生的壓密鞏固與乾燥作用，便可更加速。

除混凝土團塊M更快速壓密鞏固與乾燥外，平板的結構完整性亦得因本文所述之方法而獲改良。平板之結構完整性之所以能利用本發明加以改善，係由於壓密鞏固程度之一致性已大為增進（由第8圖中過渡區Lb之大致上水平的取向來表示，且如同由第9圖中之垂直線段59所指出者）；以及因為水分與陷捕之空氣自混凝土團塊內加速遷移（及隨後去除）之作用，而此作用亦優異地導致陷捕於混凝土平板內的水和空氣袋減少；且亦因為混凝土團塊之諸固體成份的振動／移動促使此等固體成份之壓密鞏固程度更大之故。

于第二階段（如第8圖所示者）之後以及在繼續最後一個階段（如第10圖所示者）之前，視正被設置之特定平板的諸項性質，可依願望加入任何數目之中間階段（或振動器裝置之幾個來回運作）。大體上，平板愈厚，所需之

（請先閱讀背面之注意事項再寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

✓
階段愈多。由本發明之以上揭露敘述中可瞭解到，藉著把在每一回合期間被引入混凝土團塊內之振動的頻率調整為相當於（或接近）相對上較不壓密鞏固、相對上較不硬固、且相對上較潮溼之（液態）混凝土團塊M2（在該特定回合內）之自然諧振頻率，則平板之乾燥與固化過程即可加速，且所製得之結構物將有大致均勻之組成。

現在參見第10圖：較佳地，最末“階段”振動或振動器裝置最後一回通過混凝土平板之表面1的動作完成時，充分壓密鞏固又充分硬固且充分乾燥的（固態）混凝土團塊M1之深度即由平板底部2擴伸至（或幾乎達至）混凝土平板頂面1的光整區7。典型地，已遷移向平板頂部1的水會積聚在光整區7，隨後單純地蒸發、因重力而流離平板、被振動器裝置3推出平板外、被抽乾、或以其它方式去除。

於了解前文後可知，經由使用根據本發明之設置混凝土之方法和裝置，過渡區L（或更詳細言之，即充分壓密鞏固、硬固、和乾燥之〔固態〕混凝土團塊M1之頂部）朝向混凝土平板頂面1均勻地被向上拉高。因過渡區L（或更詳細言之，即充分壓密鞏固、硬固和乾燥之〔固態〕混凝土團塊M1之頂部）朝混凝土平板頂面1被均勻也向上拉高，故平板的整個頂部1（或更詳細言之，即光整區7）即大致上同時達到光整操作所需之狀況。

由以上揭露敘述將了解到，於振動器裝置任何一回通過之過程期間用以將振動引入混凝土平板內的最佳頻率，

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

係為相當於在該特定回合期間在本裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較潮溼的(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率的一個頻率。熟於此技者亦將可由此體會出，相對較未壓密鞏固、相對較不硬固、且相對較潮溼的(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率係隨每一振動階段而變化(即增加)。有數種方案將描述於下文中，供調適(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率上的變化與改變。

在使用本發明的一種方法中，一系列個別振動器裝置3以用一個預定之固定速度通過溼混凝土上方，而每一個振動器裝置並以一種預定頻率與幅度振動。舉例而言，其中可有三個此種振動器裝置3，其第一個係以相對較低之固定頻率振動；第二個振動器裝置在第一個振動器裝置已通過之後通過仍潮溼之混凝土表面，且可用一略為更高之固定頻率振動；第三個振動器裝置則可用一個更高之固定頻率振動。振動作用之預定頻率與幅度、以及諸振動器裝置移動之速度，係有利地依據經驗而視各種“坍塌度”處、厚度、以及其它因素來選定。詳言之，每一個振動器之預定頻率較佳地將被設定為落在未壓密鞏固之液態混凝土典型所見之諧振頻率的範圍內，而該未壓密鞏固之液態混凝土係指具有與用到各個特定振動器之預期液態混凝土厚度相當的一個厚度者。各個裝置3c可彼此被固定在一起(例如由堅硬連結構件12加以固定)，如同第19圖中所示者；當然，於此狀況下，全部三個裝置3c均係以相同速度移行

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝 · 訂 · 線

五、發明說明()

使用本發明之上述方法的一種修正型態，是採用以可由使用者選定（亦即可變）之一些頻率產生振動的一些振動器裝置。具可由使用者調整之頻率輸出的一些振動器在其他技術領域中已為人熟知。藉著把一系列振動構件以在現場（亦即在工作地點）由操作者所設定之一種速度、頻率、與幅度通過液態混凝土上方，使用者即可擁有更大變通彈性，且因而可以專門定製式地設定振動器輸出為對應於混凝土平板之種種佔優勢狀況。特定之振動頻率與幅度、以及各組裝置移動之速度將以相當易於在工作地點確定之設計厚度、混凝土大小、及所量得之塌陷、溫度、及／或其他因素為基礎來決定。以此方法，可合意地例如視混凝土團塊是否相對較薄或較厚而分別使用較少或更多個振動器裝置。

為求有最佳性能，從本裝置3輸出之振動的頻率應被調整為落在所具厚度、塌陷、混凝土尺寸等等相當於在各個振動構件下方之預期液態混凝土厚度的未壓密鞏固之液態混凝土典型所具之諧振頻率範圍以內。此方法擁有可調整來符合特定工作地點所遇狀況的優點。在以上述不可調整之方法時，並不需用感測器直接量測液態混凝土團塊M2之諧振頻率，因為振動器裝置輸出頻率之選擇乃換依諸項設計因素以及諸如（液態）混凝土團塊M2之厚度等其他可測出之現場狀況為基礎來決定。此方法之一項限制則在於它並未把混凝土團塊內可能不易讓觀察者明顯察覺之一些

（請先閱讀背面之注意事項）
寫本頁

裝

訂

線

五、發明說明()

變動考慮在內。

如同可由以上揭露敘述內容了解到的，用以振動所設置混凝土團塊之最佳頻率係為與在振動器裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之（液態）混凝土團塊M2的自然諧振頻率相當之該頻率。亦將可了解到，當相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之（液態）混凝土團塊M2之層體厚度變薄時，其自然諧振頻率即對應地改變（亦即增加）。

於第5、8、與10圖中所繪示之本發明實施例中，裝置3包含有自一個堅硬框架80延伸出之多個感測器5。諸感測器5係和較佳地受堅硬框架80支撐並固定於其上之一個處理機單元6成電氣連通。處理機單元6依據諸感測器5所提供之資料判定在振動器裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之（液態）混凝土團塊M2的自然諧振頻率。與處理機單元6成電氣連通之電子控制器電路96把一個受磁致伸縮性致動器81激勵之堅硬振動器構件82的輸出頻率調整成相當於在振動器裝置3下方之（液態）混凝土團塊M2被判定之諧振頻率。較佳地為一塊堅硬板片之振動器構件82係與（液態）混凝土M2直接接觸，並以磁致伸縮性致動器81之輸出頻率（亦即較佳地即在或接近〔液態〕混凝土團塊之諧振頻率）振動該（液態）混凝土團塊M2。整個裝置3可以由一組吊桿或軌道系統93或類似機構，藉著附接著堅硬框架80，而予以支撐並予以水平地驅動。

（請先閱讀背面之注意事項再寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

用以判定在裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之兩種可替換方法,描述如下。

於用以判定在第5、8、與10圖中繪示之裝置3下方之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之一種方法中,與處理機單元6連通之一個(或多個)感測器5監測一個波前(“脈波”)移行穿過(液態)團塊M2、自邊界層L反射、並回到(諸)感測器處所需之時間。處理機單元6接著從聲音在液態混凝土中之速度以及波前(“脈波”)返回所需之時間,判定過渡區L之深度。藉著以所判定過渡區L之深度對著永久儲存於處理機單元6內之經驗資料作前後參照索引之動作,處理機單元6即可判定在感測器5下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之(液態)混凝土團塊M2的概略諧振頻率。電子控制器電路96接著視需要調整受磁致伸縮性致動器致動之振動器構件82的振動頻率及/或振動幅度、及/或振動之期間長短(亦即改變裝置3之前進速度),以達成過渡區La之預期形狀及/或升高作用。

在用以判定在裝置3(如同第5、8、與10圖所示者)下方之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之一個第二種方法中,與處理機單元6連通之諸感測器5藉著測量對由裝置3引入混凝土平板內之振動在一頻率範圍內的響應(主要為振動中的混凝土團塊內之振動的幅度),而直接監測在裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明()

、且相對較潮溼之(液態)混凝土團塊M2的瞬間自然頻率。大致上，此響應(亦即振動中之〔液態〕混凝土團塊M2的幅度)於裝置3之輸出頻率在位於振動器裝置3下方之相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之(液態)混凝土團塊M2的自然諧振頻率(或其諧波之一)時，將會最大。與處理機單元6連通之電子控制器電路96接著視需要調整受磁致伸縮性致動之振動器構件82之振動頻率及/或振動幅度、及/或振動之期間長短(亦即藉著改變裝置3之前進速度)，以達成過渡區La位預期形狀及/或升高作用。在用以判定在裝置3下方之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率之此一方法中，諸感測器5量測對一個範圍內之“測試”頻率所生之響應(亦即傳遞效率)，實際上並選擇造成最大響應(亦即對應於〔液態〕混凝土團塊M2之諧振頻率者)之頻率。

此方法中於判定在裝置3下方之(液態)混凝土團塊M2的瞬間諧振頻率時所用的該“測試”頻率，可直接由振動器構件82(如第5、8、與10圖所示者)產生，或是如第12圖所示地由一個副感測器發射器83產生。在本發明之較佳實施例中，如第12圖所示地，自感測器發射器83發出之“測試”振動的頻率範圍，可由與處理機單元6連通之電子控制器電路96予以調整。

現在參照第13圖，本發明之另一種修正後型態已繪示於第13圖中。于本發明之此一修正型態中，振動器裝置3a包含有一個堅硬框架80，此框架上固定了使振動器構件82

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

振盪的一個磁致伸縮性致動器81。一個處理機單元6a亦被固定於堅硬框架80上。處理機單元6a及磁致伸縮性致動器81由從一個外部電源(圖上未示出)經由電氣導體63所提供之電能供以動力。一個感測器(諸如安培計或伏特計)監測使受磁致伸縮性致動之振動器構件82振盪所需的電流(及/或電壓)。將可體會到,在操作時,由於振動器構件82與(液態)混凝土團塊M2直接接觸,則當振動器構件82以或接近(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率振盪時,維持振動器構件82振盪所需之能量即降至最低。因此,藉著同時調整磁致伸縮性致動器81之輸出頻率及監測其電氣(亦即電流及/或電壓)需求,處理機單元6即可直接判定鄰接振動器構件82之(液態)混凝土團塊M2的自然諧振頻率。和處理機單元6以及磁致伸縮性致動器81連通之該電子控制器電路96,把受磁致伸縮性致動器致動之振動器構件82的輸出頻率維持於與磁致伸縮性致動器81之最小電氣(亦即電流及/或電壓)需求相對應的頻率;這相當於幾近等於鄰接振動器構件82之(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率(或其一個諧波)的振動器構件82之一個輸出頻率。當(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率改變時,磁致伸縮性致動器81便需用到更大能量來使振動器構件82振動(由於非諧振振動波干擾之緣故),且因而致使磁致伸縮性致動器81之電氣需求量增加。于電氣需求量上的此一增加現象將由一部安培計或伏特計(圖上未示出)予以感測得知。而當磁致伸縮性致動器81之電氣需求量超過

(請先閱讀背面之注意事項)(寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

某一預定準位時，電子控制器電路96a將使磁致伸縮性致動器81之輸出頻率改變（亦即增加），直到其電氣需求量再度降至該預定準位以下為止。應知，在本發明之此實施例中，處理機單元6、安培計或伏特計（圖上未示出）、以及受磁致伸縮性致動之振動器構件82滿足了將振動引入（液態）混凝土團塊以及“感測”混凝土團塊諧振頻率之雙重目的。或者，處理機與電子控制器電路可使受磁致伸縮性致動之振動器週期性地“掃掠”過該頻率範圍，而把送至處理機及電子控制器電路之安培計或伏特計輸入用於對磁致伸縮性致動器頻率作週期性調整。

本發明不僅藉由施用在或接近（液態）混凝土團塊M2之諧振頻率的振動能而使混凝土團塊M2之壓密鞏固作用與水份自混凝土團塊M2內部遷移至表面之作用加速，且亦可用以藉著使施予相對上較淺之潮溼與未壓密鞏固混凝土區域的（非諧振）振動能量之作用減少而抑制此等淺區過早硬化。可了解到，若處於隨機頻率之恆定振動力同等地加諸一非均質（亦即水份對水泥比例有變化，或厚度不同等等）混凝土團塊之所有區域，則過渡區將在某些區域比其它區域更早接近平板表面，因而造成混凝土團塊內“硬點”的不令人滿意效應。混凝土內之硬點典型地會造成平板固化不均勻、平板龜裂處增加、光整操作困難增加，實際上造成無法使用自動光整設備，並顯著降低平板的結構完整度。藉著調整加諸混凝土團塊M各區的振動能量俾將過渡區L均勻帶向平板頂面1，則以本發明方法及裝置製成

五、發明說明()

的混凝土平板即可比使用未經控制的振動或使用無振動輸入方式所生產的混凝土平板更少有(或根本沒有)硬點、更易光整、較少有裂罅、且結構上更強韌。

由於潮溼(或液態)混凝土對振動的反應，故本文所揭示之用以設置混凝土平板的分段振動方法與裝置頗為有效。于振動期間，水、空氣、和某些較微細及較輕之物料會向上遷移，而此等物料之遷移作用係受包括振動的幅度(振幅)、頻率、期間長短等等振動特性所左右。諸項振動特性在本發明中被調整而得能以受控制之速率使(液態)混凝土團塊M2壓密鞏固或完全“硬固”。

由前文所述將了解到，引入塑性混凝土平板內之振動的最佳頻率，係為在振動器裝置3下方之(液態)混凝土團塊M2的自然諧振頻率。已發現，若本裝置之輸出頻率(或者詳言之，振動器構件82之振動頻率)不在(液態)混凝土團塊M2之自然諧振頻率、或該自然諧振頻率之一個諧波的25%以內，則振動器構件引入混凝土團塊內之能量將很快消散，且在激勵(液態)混凝土團塊各組成粒子的功效上可能大為不具效力。因此，除非振動器構件82之振動頻率在其所接觸之(液態)混凝土團塊之自然諧振頻率之一個諧波的25%以內，否則將需用量額大到不合竟鎮意程度之能量來振動混凝土團塊，才能達到使(液態)混凝土團塊M2加速壓密鞏固及完全“硬固”之效果。緣是，在本發明之所有實施例中，較佳地係讓受磁致伸縮性致動之振動器構件82的輸出頻率在(液態)混凝土團塊M2之自然諧

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

振頻率或該自然諧振頻率之一個諧波的25%以內。藉著把在或接近(亦即在25%以內)液態混凝土團塊M2之自然諧振頻率的振動引入混凝土團塊內，本振動器裝置之動力需求即可降至最低，因為在或接近仍然潮溼且尚未壓密鞏固之混凝土之諧振頻率下被引入混凝土團塊的能量，針對某一給定能量輸入準位，將會使(液態)混凝土團塊M2產生比在任何其他頻率下所真正產生者更大的振動幅度。

使一般厚度之混凝土凝固所需的代表性頻率範圍已由本發明人測定出來。為使混凝土平板迅速凝固，通過液態混凝土團塊M2之聲波(亦即振動)須使固體粒子移動及移換位置直到它們鎖固於定位為止。所需之諸頻率十分緊密地與通過液態混凝土團塊M2之聲音的波長相關且與液態混凝土團塊M2之厚度相關。下表顯示出欲使潮溼且尚未壓密鞏固之各種不同厚度的混凝土層加速凝固所需之諧振頻率經計算出的一些代表性頻率值：

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

尚未凝固厚度 (英吋)	頻率範圍	
	最小	最大
$\frac{1}{4}$	21600	43200
$\frac{1}{2}$	10800	21600
1	5400	10800
2	2700	5400
3	1800	3600
4	1350	2700
5	1080	2160
6	900	1800
7	770	1740
8	675	1350
9	600	1200
10	540	1080
11	490	980
12	450	900

即使尚無單一個頻率可產生完美結果，而僅有一段有效頻率頻帶範圍，但令相對較未壓密鞏固、相對較未硬固、且相對較潮溼之（液態）混凝土團塊M2在該有效諧振頻率範圍內振動，仍可在僅使用功率低得多的振動器之情形下即能達成預期之滿意效果。由於（液態）混凝土團塊M2之諧振頻率典型地會在（液態）混凝土團塊M2之厚度減少時增加，且因為（液態）混凝土團塊之厚度典型地會在每一“階段”之振動期間減少，故有利的是讓本振動器裝置以（液態）混凝土團塊M2在每一階段期間之瞬間諧振頻率，或者以較（液態）混凝土團塊M2在每一階段開始時之諧振頻率略高的一個頻率，來把振動引入混凝土團塊內。於後一者狀況中，振動器裝置輸出頻率可有利地被選定為相

（請先閱讀背面之注意事項再為本頁）

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 ()

當於 (液態) 混凝土團塊 M2 在其成介於每一階段起點與終點之間的一個厚度時的諧振頻率。

如同熟於此項技藝者將體會到地，習知的混凝土設置振動器典型地包含有輸出頻率低於 1500 rpm (25 Hz) 的小型汽油動力引擎；瀏覽上表可了解到，即使在有相當厚 (12 英吋) 的液態混凝土平板之狀況中，液態混凝土之自然諧振頻率 (450 Hz) 仍至少高達該等習知混凝土設置用振動器最大輸出頻率的 18 倍；而對於最常見的混凝土平板來說，液態混凝土團塊之諧振頻率即超過該等習知混凝土設置用振動器輸出頻率的 100 倍。

由於具一般常見厚度 (亦即 $\frac{1}{4}$ 英吋至 $\frac{1}{2}$ 英吋) 之混凝土的自然諧振頻率如此高 (亦即高達且超過 25,000 Hz)，故本發明較佳地包含有一些磁致伸縮性致動器，而非例如內燃引擎；此等磁致伸縮性致動器係經妥適調配成有這些相當高的輸出頻率。

儘管前文描述了本發明在利用單回澆注之混凝土設置厚度大致固定之一塊水平混凝土平板方面的應用，但應知，本方法與裝置於設置具大致平坦傾斜頂表面之平板、以及在不均勻或傾斜底基層上設置平板等方面的應用，仍在本發明之範圍以內。另外，本文所描述之方法與裝置亦可有設置具一體黏結上層之混凝土平板方面的應用；於此種應用中，第二層混凝土澆注層 (亦即上層) 可被澆注在第一層混凝土澆注層之頂上。而在設置此種具有一體黏結上層之混凝土平板時，較佳地係在已對第一次澆注之混凝土

(請先閱讀背面之注意事項再寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

層依據本發明施予初始之系列分段振動處理之後，才做第二層混凝土之澆注，但宜在邊界層到達太過於接近第一次澆注之混凝土團塊的頂部之處之前即作澆注。

為促進對本發明之結構與操作的了解，諸幅繪示圖面（亦即第 1 - 13 與 19 圖）以及上文之說明內容已描述了依據本發明所構成之一部振動器裝置如何影響一塊澆注混凝土平板之典型剖面之性質的方式，而該剖面係指沿本裝置移行越過該混凝土平板時之縱向路徑所取得者。熟於本項技藝者將會瞭解到，混凝土團塊 M 之諸項性質（諸如水份含量、硬固度、過渡區高度等等）亦可以（且在大部分狀況下均將會）由於以上針對與本振動器裝置移行方向平行之一些振動所論述的相同理由，而與振動器裝置移行方向橫切地改變。緣是應知，設置多部振動器裝置的作法亦在本發明之範圍內，而每一個振動器裝置均係依據本發明而構成、彼此並排、且實體地固定在一起（圖上未示出）；或者，設置包含有單一個處理機單元但有彼此橫向相隔且受一個共同框架（圖上未示出）支撐之多個各別的受磁致伸縮性致動之堅硬振動器構件的一組振動器裝置的作法，亦在本發明範圍之內。藉著以此二方式中之任一種方式配置本發明，則在與本裝置移行方向橫切以及平行之方向上的混凝土團塊性質上的變動，均可獨立地加以調適。

實施本發明之一些較佳方法的概述：

本文所揭述之供實施本發明的種種方法，特再綜述如下。各個個別步驟在相對應的繪示圖面中均以三位數參考

（請先閱讀背面之注意事項再為本頁）

裝

訂

線

五、發明說明 ()

標號來標示。

現在請參照第14與19圖：在用以實施本發明的最簡便方法中，一組振動器裝置3c具有以一固定頻率及幅度振動的一個堅硬振動器構件82，該組振動器裝置3c被設置於一塊（液態）混凝土團塊M2之頂面1上（100）。堅硬振動器構件82以一固定頻率及幅度（此頻率及幅度理想上係在或接近該〔液態〕混凝土團塊M2之自然諧振頻率或該自然諧振頻率之一個諧波）振動（101）。然後，一位操作者依據混凝土團塊厚度及其他性質設定裝置3c之移行速度（102），且振動器裝置3c接著移行跨越該（液態）混凝土團塊之表面（103）。

現在請參見第5及15圖：于用以實施本發明的一種“可調模式”中，一組振動器裝置3被設置于一塊（液態）混凝土團塊M2之頂面上（201）。裝置3具有一個可調頻率（及可調幅度）的受磁致伸縮性致動之堅硬振動器構件82。一位操作者依據資料表或類似資料源判定（液態）混凝土團塊可能的自然諧振頻率（202）。操作者接著將此裝置3之輸出頻率設定在或接近所判定之自然諧振頻率或該自然諧振頻率的一個諧波（203）。然後，操作者可依據該（液態）混凝土團塊之厚度及／或其他性質設定此裝置之輸出振幅（204）。操作者亦可依據該（液態）混凝土團塊之厚度及／或其他性質設定此裝置之移行速度（205）。此振動器裝置3隨後即以操作者設定之頻率與幅度振動（206），並移行跨越該（液態）混凝土團塊之表面（207）。操作

（請先閱讀背面之注意事項再為本頁）

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明()

者可以在每當他期望時或是在感覺需要時（例如每當他“通過”同一混凝土時、或是有理由相信〔液態〕混凝土性質已改變時），重複此程序。

現在請參見第5與16圖：本發明亦可用稱為“邊界層”模式的一種方式予以實施，如第16圖所示。于實施本發明的此方法中，包含有與一個處理機單元6連通之一感測器5的一組振動器裝置3判定過渡區L之深度，且該處理機6連同一組電子控制器電路96把堅硬振動器構件82之輸出調整為最佳頻率與幅度。如第16圖所示，一組振動器裝置3被設置于（液態）混凝土團塊之頂面上（301）。一個感測器5（其實際上可為一組發射器／接收器、或是分別的發射器與接收器）以一預定頻率振動持續經一段短期間（302）。此感測器5接著量測收到回音之時間（303）。處理機單元6依據聲音在混凝土內之速度判定距過渡區L之距離（304），且處理機單元6接著依經驗資料估計自然諧振頻率（305）。然後，處理機單元6連同電子控制器電路96依據該（液態）混凝土團塊之厚度與其他性質設定振動幅度（306）。處理機6隨後可依據該（液態）混凝土團塊之厚度與其他性質設定此裝置之移行速度（307）。裝置3接下來以在該（液態）混凝土團塊自然諧振頻率以上之一指定抵補值振動（308）；且本振動器裝置3移行跨越該（液態）混凝土團塊之表面（309）。于本振動器裝置3移行跨越該（液態）混凝土團塊M2時，本裝置之振動幅度與頻率以及移行速度可週期性地被調整。

（請先閱讀背面之注意事項再為本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

現在請參照第12與17圖：本發明之較佳實施例可以用可稱之為“聲脈波發送器模式”的方式來操作，如第17圖所示。本振動器裝置3b被設置于(液態)混凝土團塊M2之頂面上(401)，而一個受磁致伸縮性致動之振動器構件82、一個感測器發射器10、和一個感測器接收器5各接觸著該(液態)混凝土團塊M2。感測器發射器10以恆定幅度掃掠越過一段頻率範圍(402)。感測器接收器5接著以不同頻率量測回音幅度(403)。處理機單元6判定具最高回音幅度之頻率(404)，(其相當於該〔液態〕混凝土團塊M2之自然諧振頻率〔405〕)。然後，處理機單元6把磁致伸縮性振動器81之振動頻率設定于在該(液態)混凝土團塊自然諧振頻率以上之一個指定抵補值(406)，並依據該(液態)混凝土團塊之厚度與其他性質設定磁致伸縮性振動器81之幅度(407)、及本裝置之移行速度(408)。振動器構件82隨後即以該指定之頻率與幅度振動(409)；且本振動器裝置3b移行跨越該(液態)混凝土團塊之表面。于本振動器裝置3b移行跨越該表面時，本裝置之振動幅度與頻率以及移行速度可週期性地被調整，俾調適該(液態)混凝土團塊M2內的變化狀況。

或者，處理機單元6可判定不同頻率之多個諧振點(404a)，且然後，處理機單元6依據諸諧波頻率間之差異判定(液態)混凝土團塊之自然諧振頻率(405a)〔諸諧波之間的差異係等於自然頻率本身〕。隨後，處理機單元6如上所述地設定振動頻率(406)、幅度(407)、以及速度

五、發明說明 ()

(408)。

現在請參見第13與18圖：繪示於第13與18圖中之供實施本發明之實施例的該方法，可稱之為“安培計模式”。振動器裝置3a被設置於（液態）混凝土團塊M2之頂面上（步驟501）。受磁致伸縮性致動之堅硬振動器構件82在一段頻率範圍內持續振動一段短期間（502）。大致上包含有在處理機單元6a內之一個安培計或伏特計的一個感測器，量測磁致伸縮性致動器81以不同頻率所汲取之能量（所汲取之電流或電壓）〔步驟503〕。處理機單元6a判定（504）具最低電流汲取量之頻率（相當於〔液態〕混凝土團塊M2之自然諧振頻率）。處理機單元6a接著依據（液態）混凝土團塊之厚度與其他性質來設定振動器構件82之振動頻率（505）與振動幅度、以及本裝置3a之移行速度（507）。振動器構件82隨後以在（液態）混凝土團塊之自然諧振頻率以上之一個指定抵補值並用指定幅度振動（508）；且本裝置3a移行越過（液態）混凝土團塊M2之表面（509）。本振動器裝置3a之振動幅度與振動頻率以及移行速度可在本裝置移行越過該（液態）混凝土團塊M2時週期性地被調整。

以上所作描述僅能視為供例示本發明之技術原理而已；有多種其他變化均可為之，例如：

振動器裝置所引入之振動的頻率可為（液態）混凝土團塊M2之自然諧振頻率的一些諧波，而非實際的自然諧振頻率；以及

處理機單元6（或6a）可遠離堅硬框架80；

五、發明說明()

框架80不一定要接觸著混凝土團塊M，而是可以被支撐於混凝土團塊表面上方（例如被軌道系統93）

；
堅硬振動器構件82可接觸著液態混凝土團塊表面，或者，它亦可在混凝土平板之頂面1下方接觸著液態混凝土團塊M2；

振動器構件82可成各種形狀（包括棒形、桿形、板片形等等）；

振動器構件可採用壓電性、電磁性、或磁致伸縮性元件，或者它可以被電氣式地供以動力（例如由旋轉或往復式馬達供以動力）或是由內或外燃機或其它裝置予以驅動；以及

由於潮溼混凝土團塊之諧振頻率在振動器每一回通過期間即會自一個（較低的）第一頻率變至一個（較高的）第二頻率，則把本振動器裝置之頻率在其任何既定通過回合期間設定為介於該等第一與第二頻率間之一個中間頻率，亦可合於吾人願望。

再者，因無數種修改及變化對熟於本項技藝人士而言顯然自明，故不希望圍限本發明於以上所示及所述的確切構造與作業而已，因此任何適當修改例及其等效例皆視同落於本發明之範圍內。職是之故，本發明之範圍非由所例示說明的實施例決定，而是由後附之申請專利範圍及其法定等效範圍來決定。

五、發明說明()

專 有 名 詞 列 表

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| ✓ M | 混凝土團塊 | ✓ M1 | 近平板底部混凝土 |
| ✓ M2 | 近平板頂部混凝土 | ✓ B | 平板底基層 |
| ✓ L、La、Lb | 過渡區 / 邊界層 | ✓ 1 | 混凝土平板頂面 / 頂部 |
| ✓ 2 | 混凝土平板底部 / 底面 | ✓ 3、3a、3b、3c | 振動器裝置 |
| ✓ 4 | 前進方向箭頭 | ✓ 5 | 感測器 / 感測器接收器 |
| ✓ 6、6a | 處理機單元 | ✓ 7 | 光整區 |
| ✓ 10 | 感測器發射器 | ✓ 12 | 堅硬連結構件 |
| 51-61 | 線段 | ✓ D1、D2 | 混凝土體積尺寸 |
| 63 | 電氣導體 | ✓ 70 | 直線 |
| 80 | 堅硬框架 | ✓ 81 | 磁致伸縮性致動器 |
| 82 | 堅硬振動器構件 | ✓ 83 | 副感測器發射器 |
| 93 | 吊桿或軌道系統 | ✓ 96、96a | 電子控制器電路 |
| 100-103、201-207、301-309、401-410、404A、 | | | |
| 405A、501-509 | | ✓ | 實施步驟 |

(請先閱讀背面之注意事項再為本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：混凝土分段諧振頻率振動之方法與裝置)

以或接近液態混凝土團塊自然諧振頻率被引入諸如混凝土平板、鋪板及類似或相關混凝土結構物內之振動能量，加速了混凝土的壓密鞏固與凝固。振動器裝置以多個連續階段施予經控制的振動至混凝土團塊表面上或表面下方，振動頻率大致隨每一後繼階段而增加，對應於在此結構物頂部之逐漸狹窄的液態混凝土之自然諧振頻率的增加。相對較壓密鞏固且較乾燥之混凝土(典型地靠近平板底部)大體上不受非諧振頻率影響。於一組變化型態中，感測器于振動器裝置每一回通過期間判定液態混凝土團塊諧振頻率，且振動構件之頻率於是自動被調整。階段數目、振動幅度、振動產生裝置之物理取向、每一階段之時間期間長短，視混凝土團塊之物理特性而可改變。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

英文發明摘要(發明之名稱：Method and Apparatus of Staged Resonant Frequency Vibration of Concrete)

Vibration energy introduced into plastic concrete structures, such as concrete slabs, decks and similar or related concrete structures, at or near the natural resonant frequency of the liquid concrete mass, expedites the consolidation and setting of the concrete. A vibrating apparatus imparts controlled vibrations either onto the surface or beneath the surface of the concrete mass in sequential stages, the frequency of vibrations generally increasing with each subsequent stage, corresponding to the increase in the natural resonant frequency of the progressively-narrowing liquid concrete at the top of the structure. The relatively more consolidated and more dry concrete (typically near the bottom of the slab) is substantially unaffected by the non-resonant frequencies. In one modification, sensors determine the resonant frequency of the liquid concrete mass during each pass of the vibrator apparatus, and the frequency of the vibrating member is automatically adjusted, accordingly. The number of stages, the amplitude of the vibrations, the physical orientation of the vibration-producing apparatus, the time duration in each stage, is variable depending upon the physical characteristics of the concrete mass.

訂

線

六、申請專利範圍

第 84105626 號申請案申請專利範圍修正本 87.10.

1. 一種用以設置一個混凝土結構物(M)的裝置，該混凝土結構物具有一個液態混凝土第一部分(M2)以及在前者正下方之一個固態混凝土第二部分(M1)，該液態混凝土第一部份(M2)自該混凝土結構物之一個大致平坦頂面(1)延伸至在該頂面下方的一個第一高度處，而該固態混凝土第二部分(M1)自該混凝土結構物之一個底面(2)延伸至一個第二高度處，該裝置包含有用以將振動能量引入該混凝土結構物內之第一裝置，其包括一個第一堅硬構件(82)以及第一致動器裝置(81)，其中該第一堅硬構件(82)係可移動地附著以便藉以振盪；該第一致動裝置(81)包括第一調整裝置(96)，用以改變第一堅硬構件(82)的振盪動作；感測裝置(5)，其與該第一調整裝置(96)電氣連通而用以量測指出該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之自然諧振頻率的一個性質；處理機裝置(6)，其與該感測裝置(5)及該第一調整裝置(96)電氣連通，而用以在 25% 以內判定該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之該自然諧振頻率的一個諧波且其中該第一頻率係在該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之自然諧振頻率之一個諧波的 25% 以內；其中該第一致動器裝置(81)當該第一堅硬構件(82)與該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)接觸時，可操作地於一第一頻率下振盪該第一堅硬構件(82)，該第一頻率係在該混凝土結

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

第 84105626 號申請案申請專利範圍修正本 87.10.

1. 一種用以設置一個混凝土結構物(M)的裝置，該混凝土結構物具有一個液態混凝土第一部分(M2)以及在前者正下方之一個固態混凝土第二部分(M1)，該液態混凝土第一部份(M2)自該混凝土結構物之一個大致平坦頂面(1)延伸至在該頂面下方的一個第一高度處，而該固態混凝土第二部分(M1)自該混凝土結構物之一個底面(2)延伸至一個第二高度處，該裝置包含有用以將振動能量引入該混凝土結構物內之第一裝置，其包括一個第一堅硬構件(82)以及第一致動器裝置(81)，其中該第一堅硬構件(82)係可移動地附著以便藉以振盪；該第一致動裝置(81)包括第一調整裝置(96)，用以改變第一堅硬構件(82)的振盪動作；感測裝置(5)，其與該第一調整裝置(96)電氣連通而用以量測指出該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之自然諧振頻率的一個性質；處理機裝置(6)，其與該感測裝置(5)及該第一調整裝置(96)電氣連通，而用以在 25% 以內判定該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之該自然諧振頻率的一個諧波且其中該第一頻率係在該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之自然諧振頻率之一個諧波的 25% 以內；其中該第一致動器裝置(81)當該第一堅硬構件(82)與該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)接觸時，可操作地於一第一頻率下振盪該第一堅硬構件(82)，該第一頻率係在該混凝土結

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 構物之該液態混凝土第一部分(M2)之自然諧振頻率之一個諧振頻率之一個諧波的 25% 以內。
2. 如申請專利範圍第 1 項之裝置，其中該第一調整裝置(96)可操作地其將該第一堅硬構件(82)之振盪動作自一個第一頻率變成一個第二頻率。
 3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該指出自然諧振頻率之性質係為被該第二堅硬構件施予該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)的振動能量，傳遞經過該液態混凝土第一部分(M2)時的效率。
 4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該感測裝置(5)係可操作地量測輸入到該第一致動器裝置(81)之電氣能量的比率。
 5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該指出自然諧振頻率之性質係為在該混凝土結構物之該頂面(1)下方到該第一高度處的深度。
 6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其包含有一個第一框架構件(80)；且其中該第一致動器裝置(81)被固定於該第一框架構件(80)上。
 7. 如申請專利範圍第 6 項之裝置，其包含有用以相對於該混凝土結構物之該頂面水平移動該第一堅硬構件(82)的裝置(93)，該用以水平移動該第一堅硬構件之裝置(93)係被固定於該第一框架構件(80)上。
 8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其包含有用以將振動能量引入該混凝土結構物內之第二裝置，其包括

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

- 一個感測器發射器(83)，其與該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)接觸；以及第二調整裝置(95)，其與該第二感測器發射器(83)連通而用以將一第二堅硬構件之振盪動作自一個第三頻率變成一個第四頻率；其中該第三頻率係在該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之自然諧振頻率之一個諧波的 25% 以內，其中該等用以將振動能量引入該混凝土結構物內之第一與第二裝置被附著於該第一框架構件(80)上。
9. 如申請專利範圍第 8 項之裝置，其中一或該感測裝置(5)係可操作地量測該混凝土結構物之該液態混凝土第一部分(M2)之振動幅度以及介於該第三頻率與該第四頻率間之對應頻率；且其中該處理機裝置(6)可操作地判定與該等振動幅度中之最大者相對應的一個頻率。
10. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該第一致動器裝置包含了一個磁致伸縮性構件。
11. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該第一、第二、第三或第四頻率至少為 200 赫茲。
12. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之裝置，其中該第一、第二、第三或第四頻率至少為 1000 赫茲。
13. 一種設置一個混凝土結構物之方法，包含有下列各步驟：
- 在一個固體成形構件(B)上積設一個混凝土團塊(M)而生成具有一個底面(2)與一個大致上平坦頂面(1)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

的一個混凝土結構物；

將一組第一系列振動引入該混凝土團塊(M)內；

其中該等第一系列之振動係具一個第一頻率，該第一頻率係為該混凝土團塊之一個第一部分之自然諧振頻率的一個諧波；

其中該混凝土團塊之該第一部分係自該混凝土結構物之該頂面(1)垂直延伸至一個第一高度處(L)；

以及在將該等第一系列之振動引入該混凝土團塊內的步驟之後，把一組第二系列之振動引入該混凝土團塊內；

其中該等第二系列之振動係具一個第二頻率，該第二頻率係為該混凝土團塊之一個第二部分之自然諧振頻率的一個諧波；

且其中該混凝土團塊之該第二部分係自該混凝土結構物之該頂面(1)垂直延伸至一個第二高度處(La)，該第二高度(La)處係在第一高度(L)上方，其中該混凝土團塊之該第一及第二部分包含了一個大致呈液態之混合物。

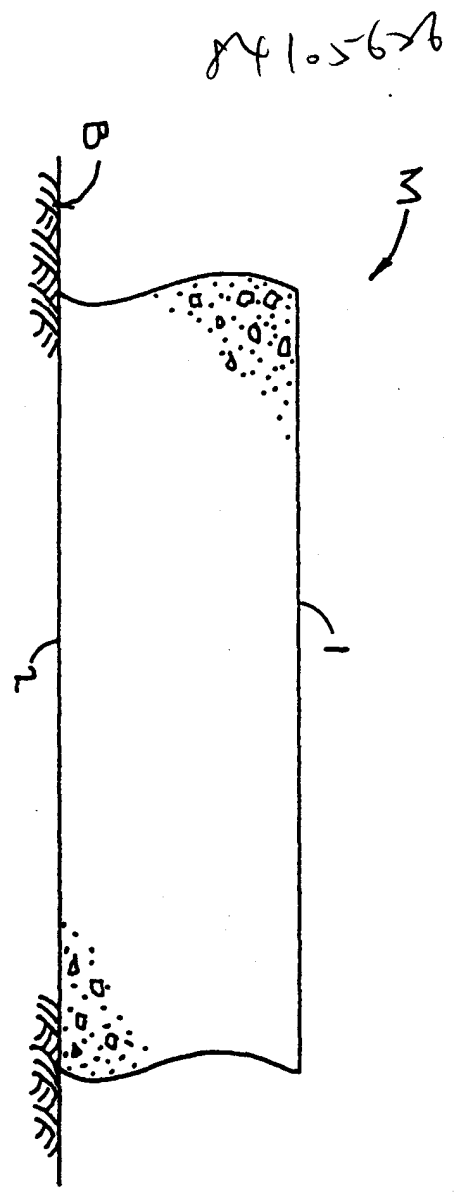
(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

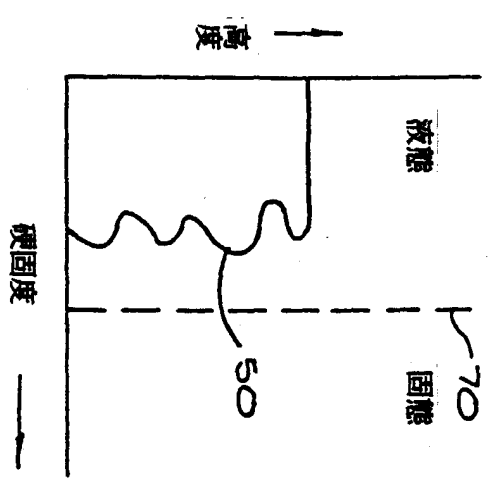
訂

線

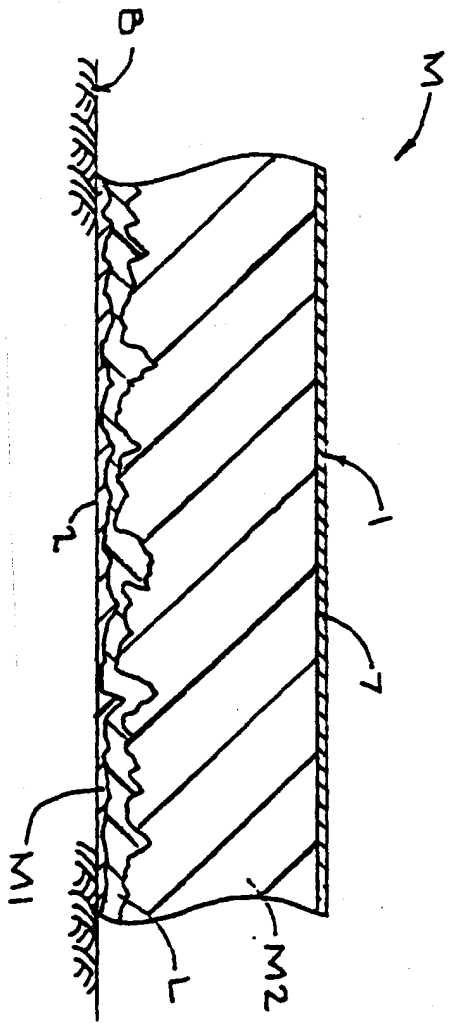
第 1 圖



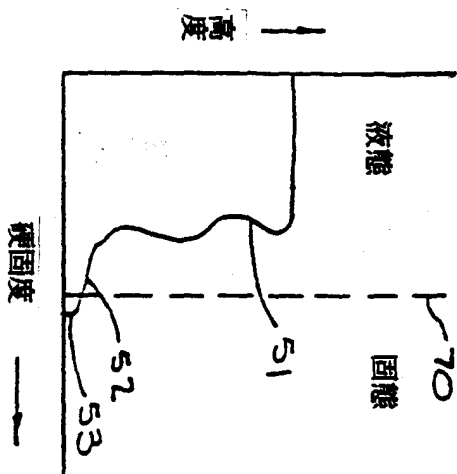
第 2 圖



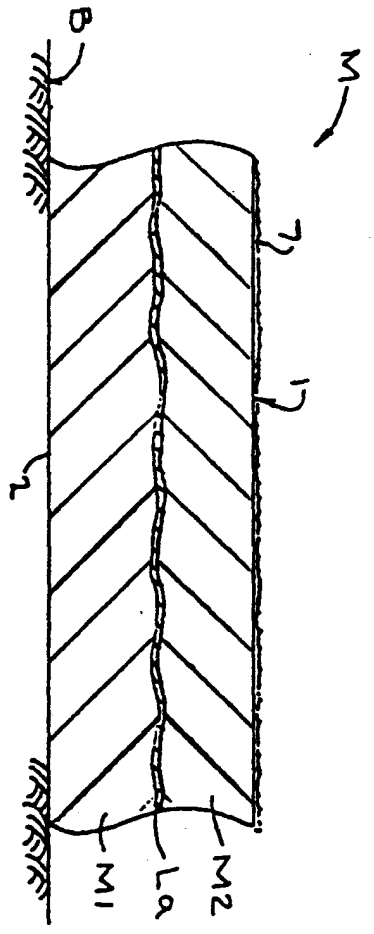
第 3 圖



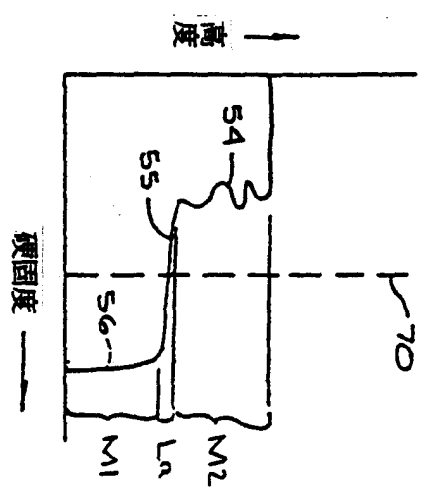
第 4 圖



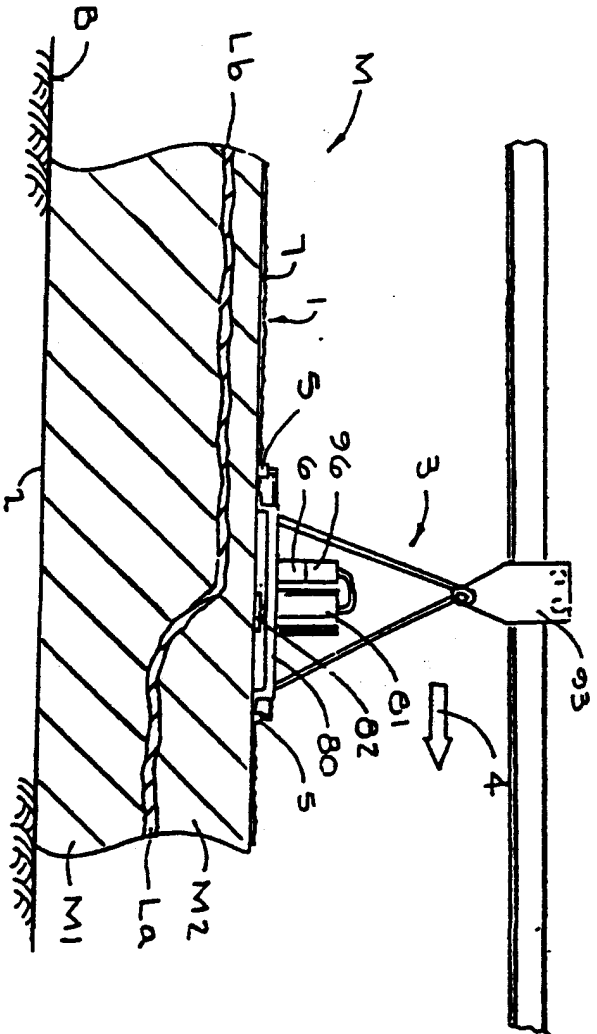
第 6 圖



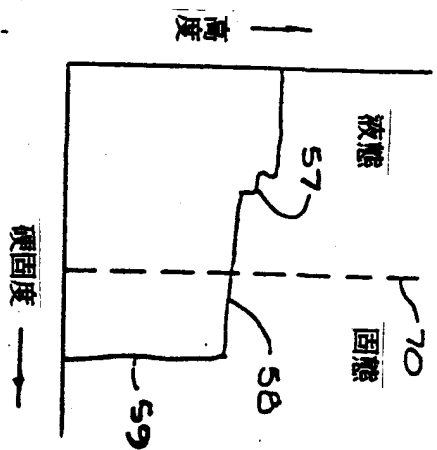
第 7 圖



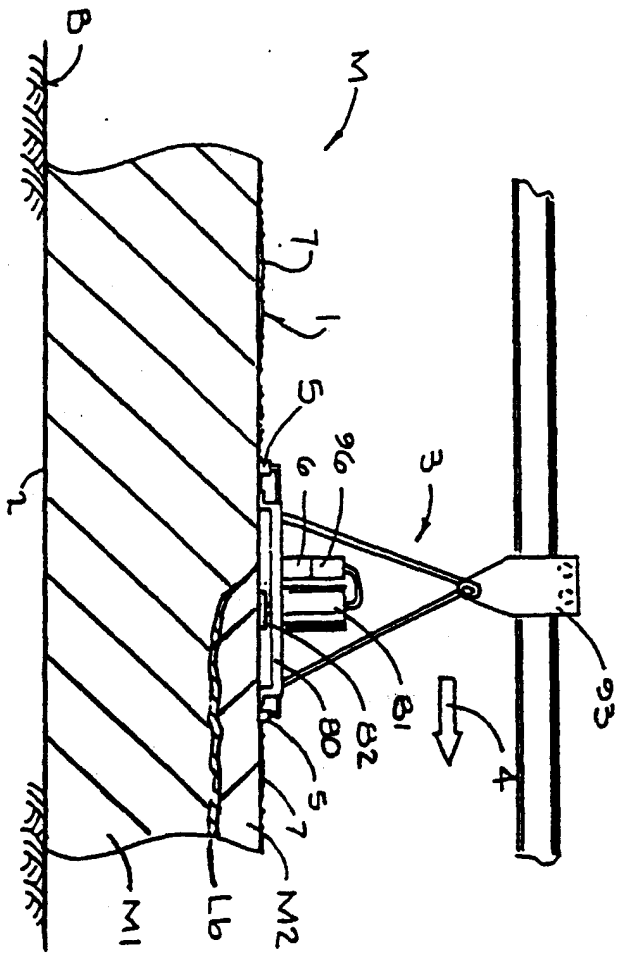
第 8 圖



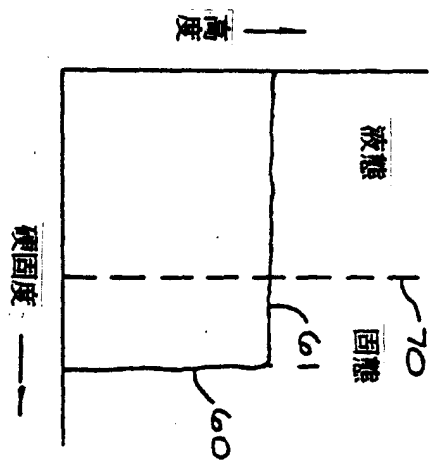
第 9 圖

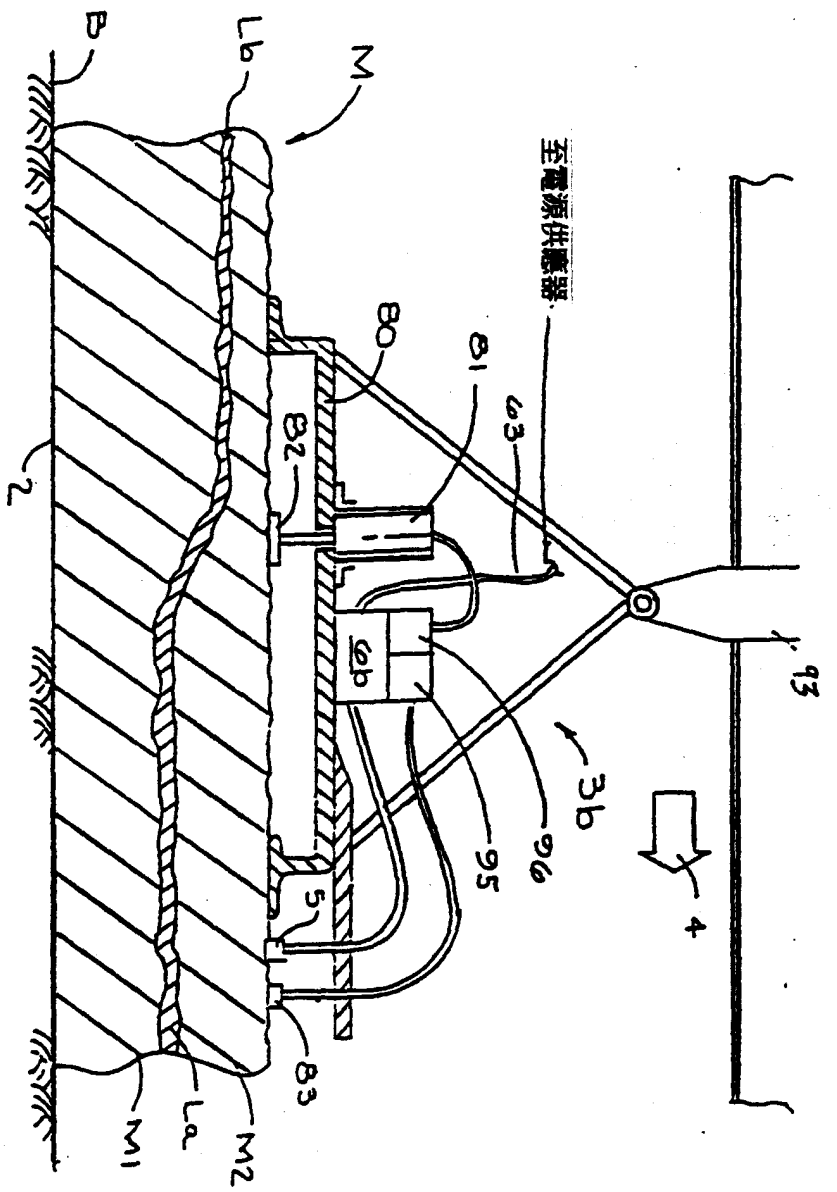


第 10 圖

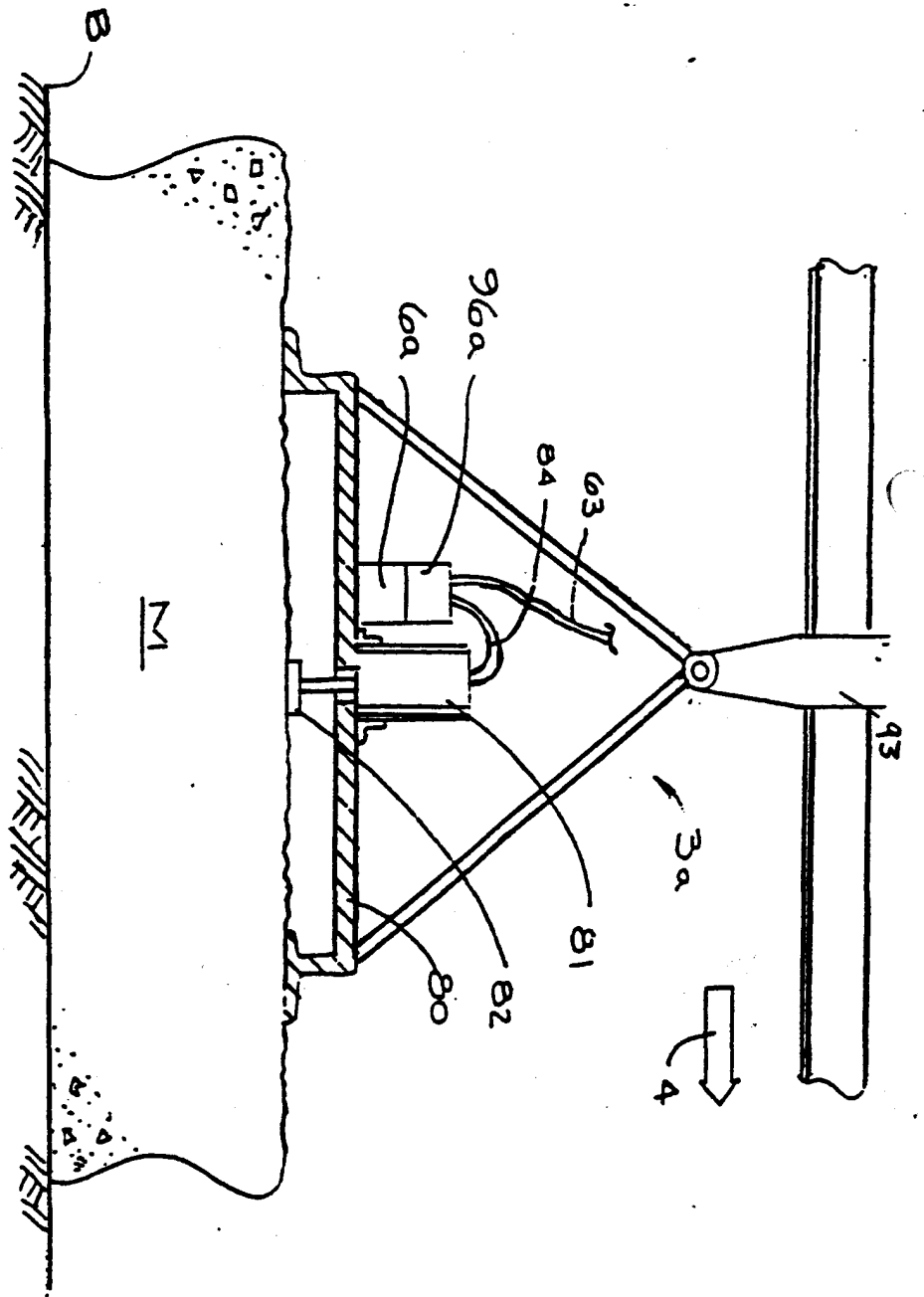


第 11 圖



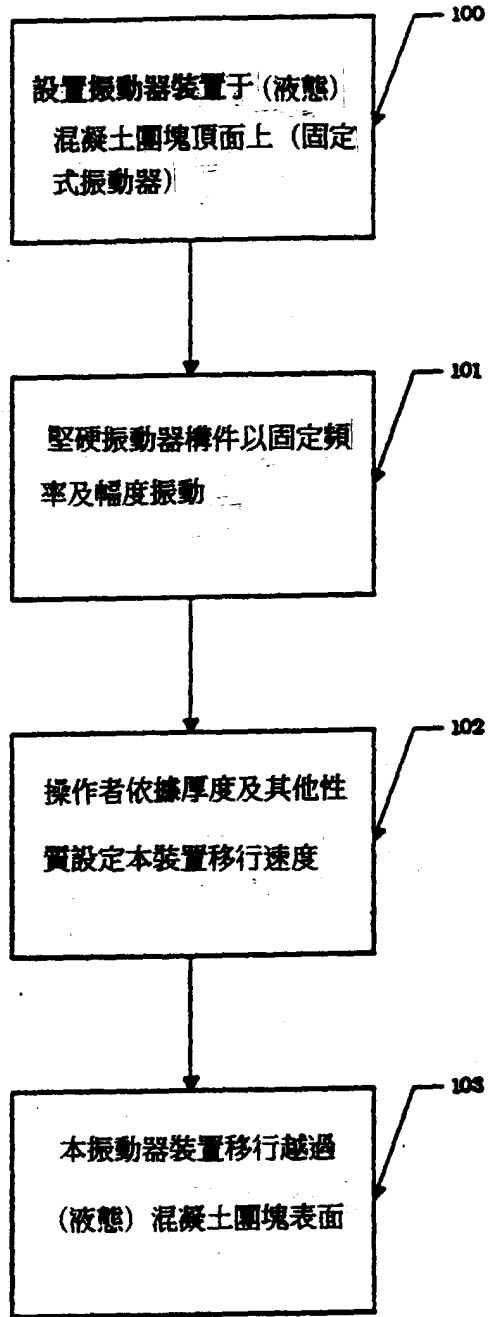


第 12 圖

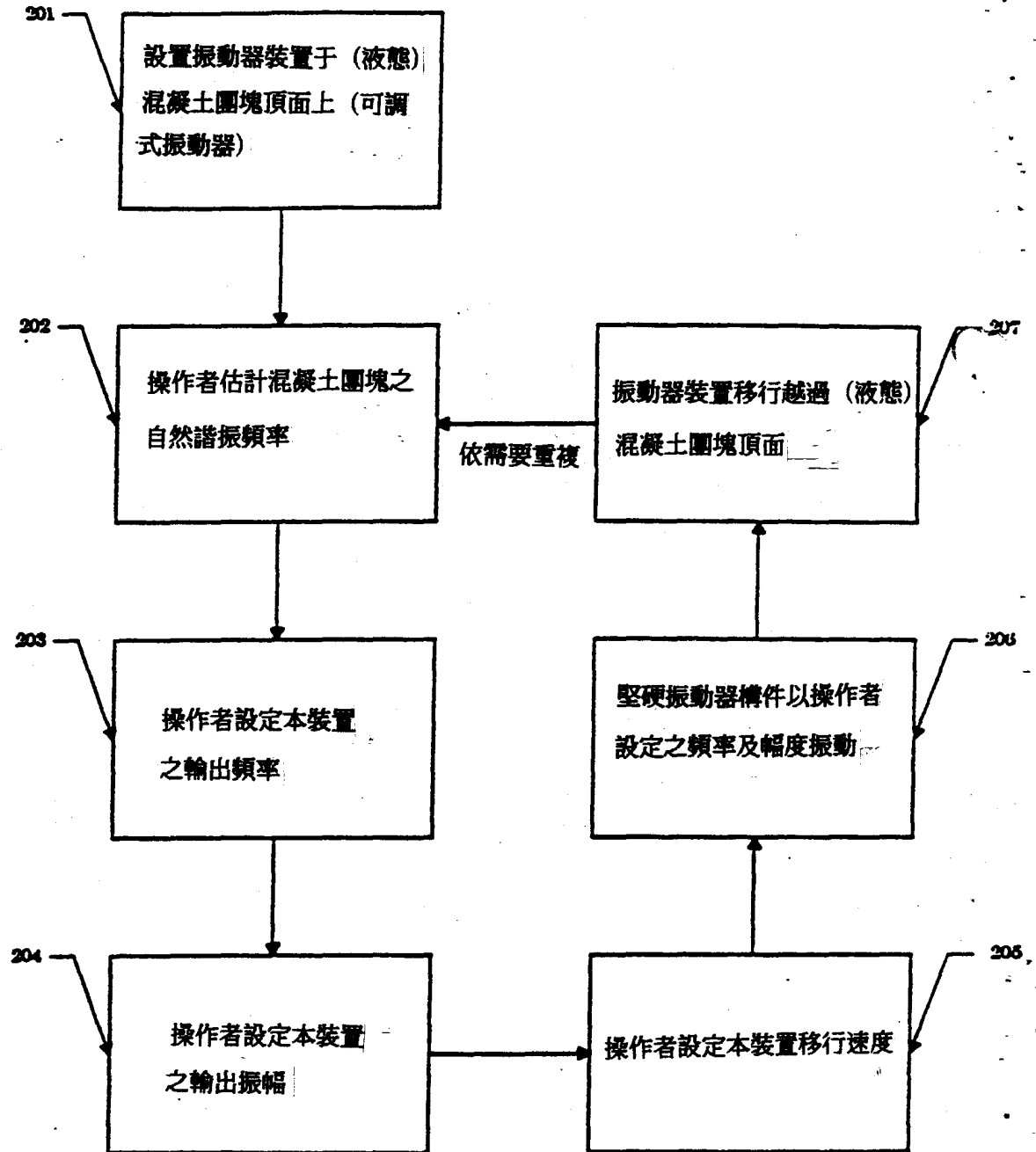


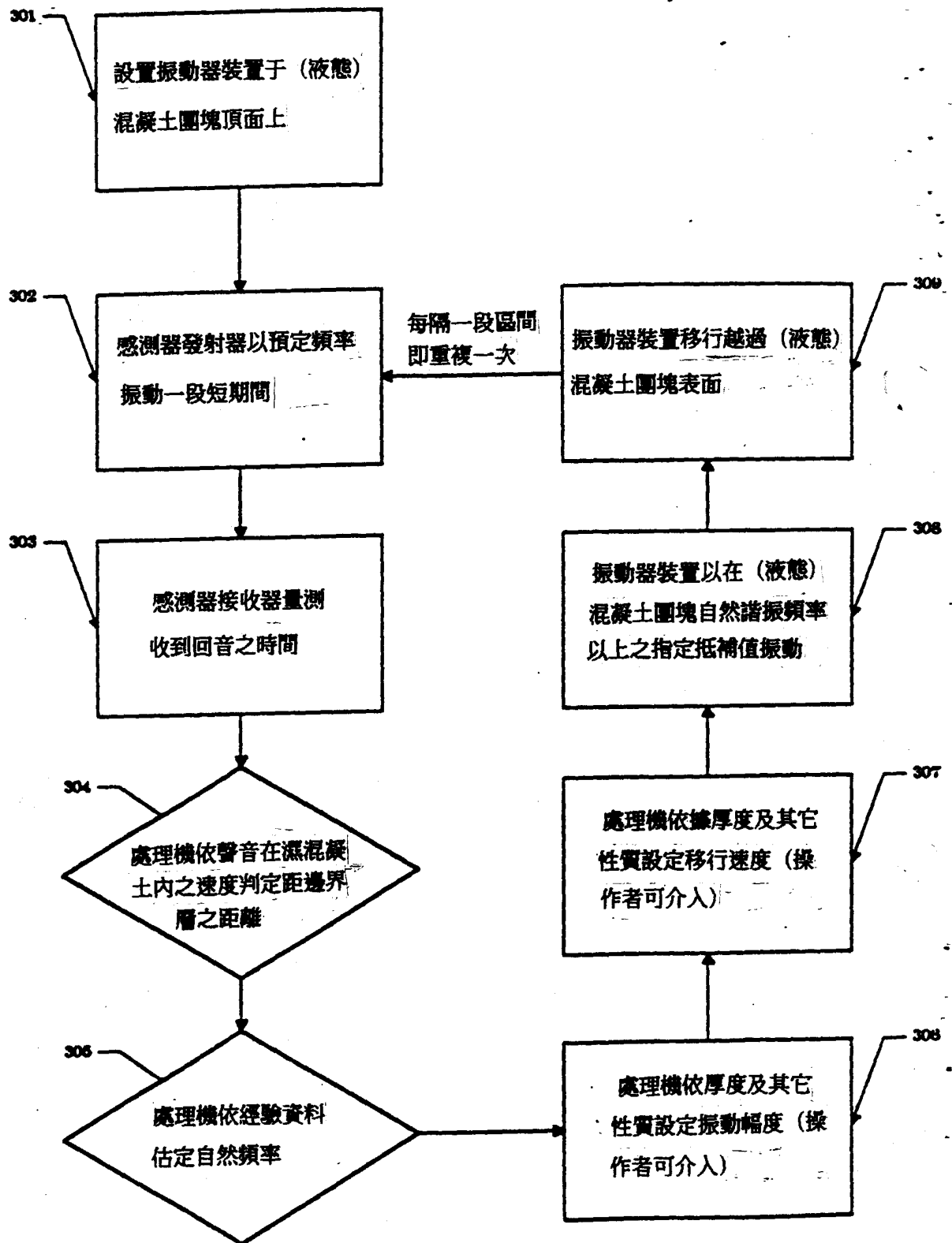
第 13 圖

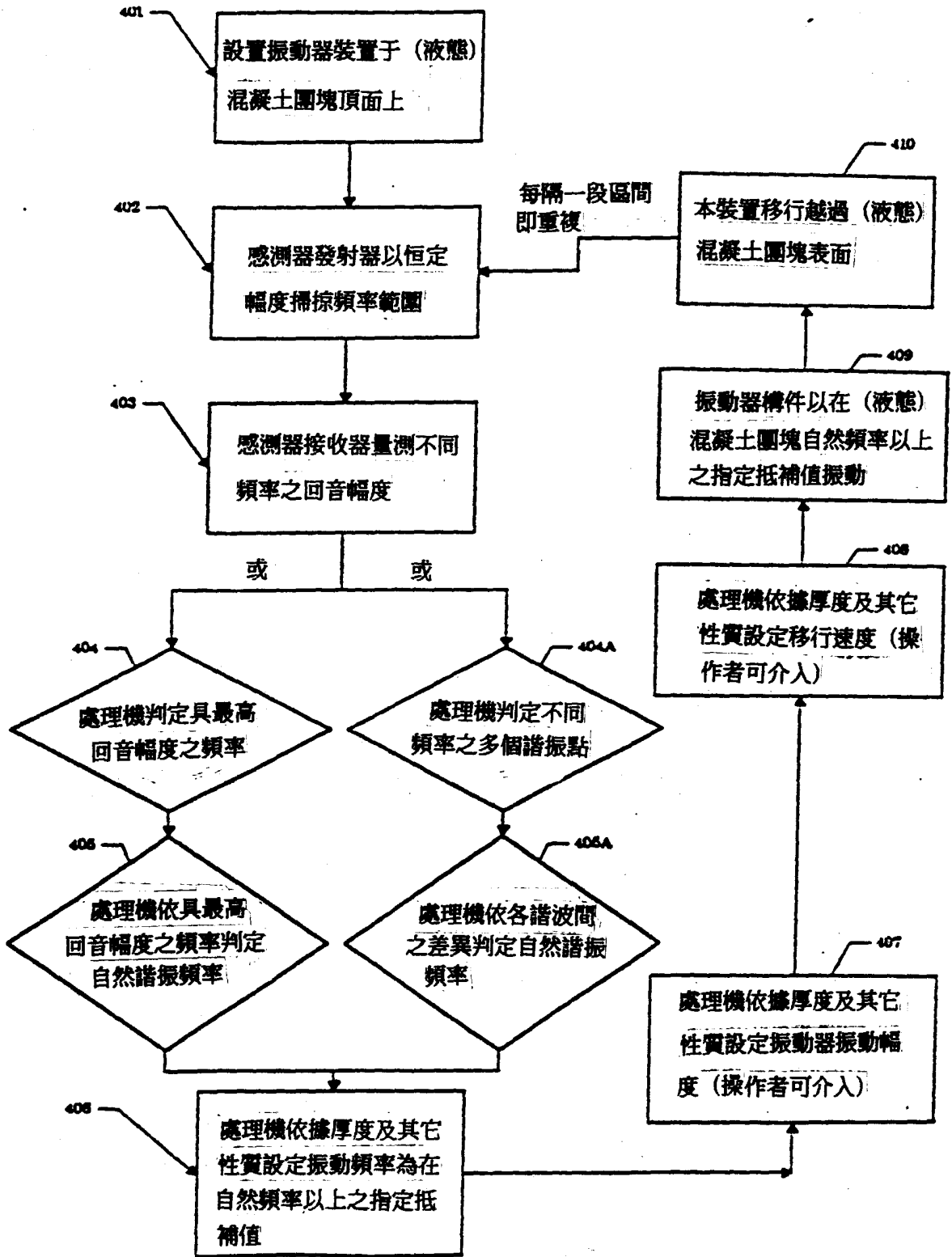
第 14 圖

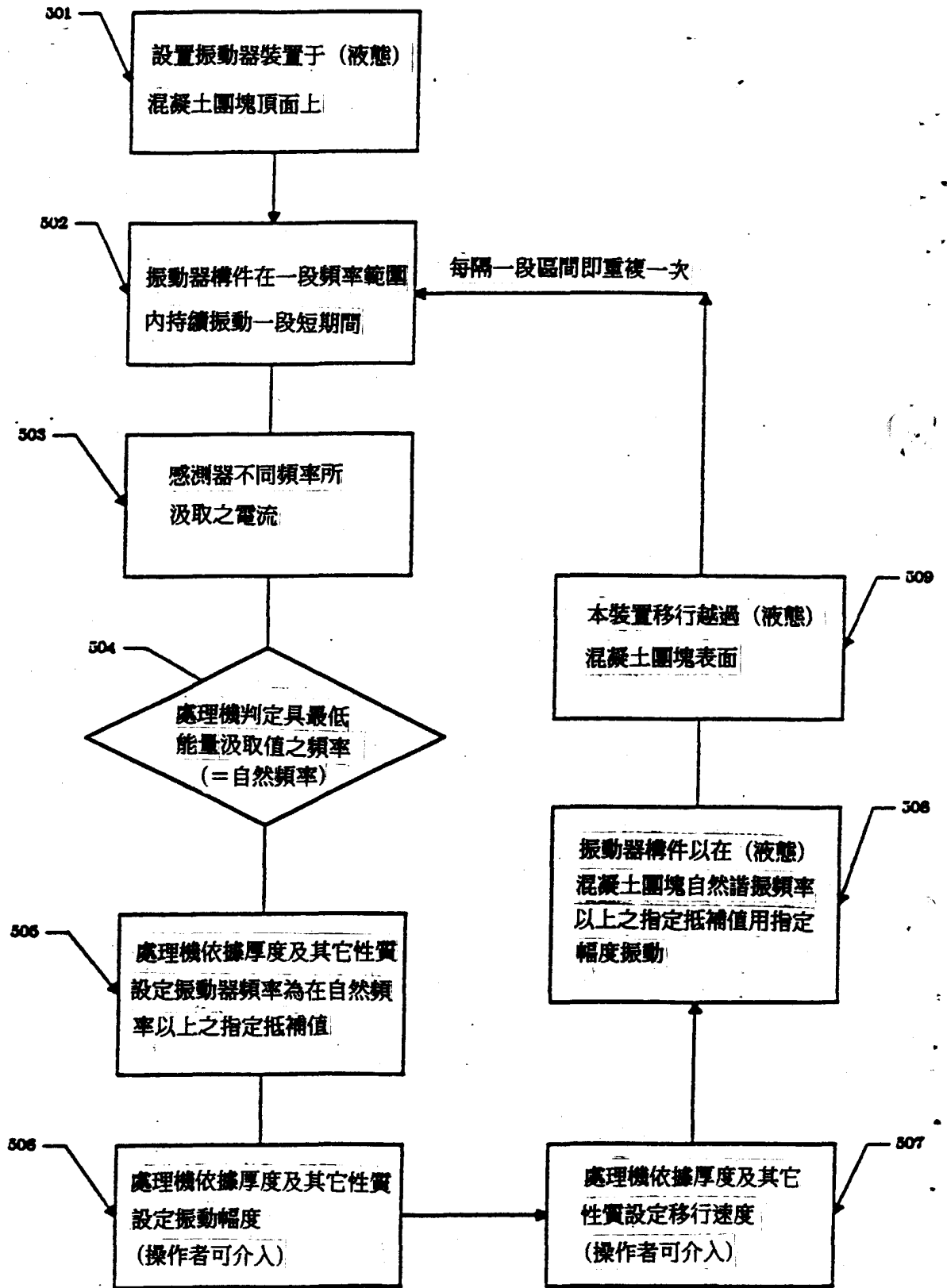


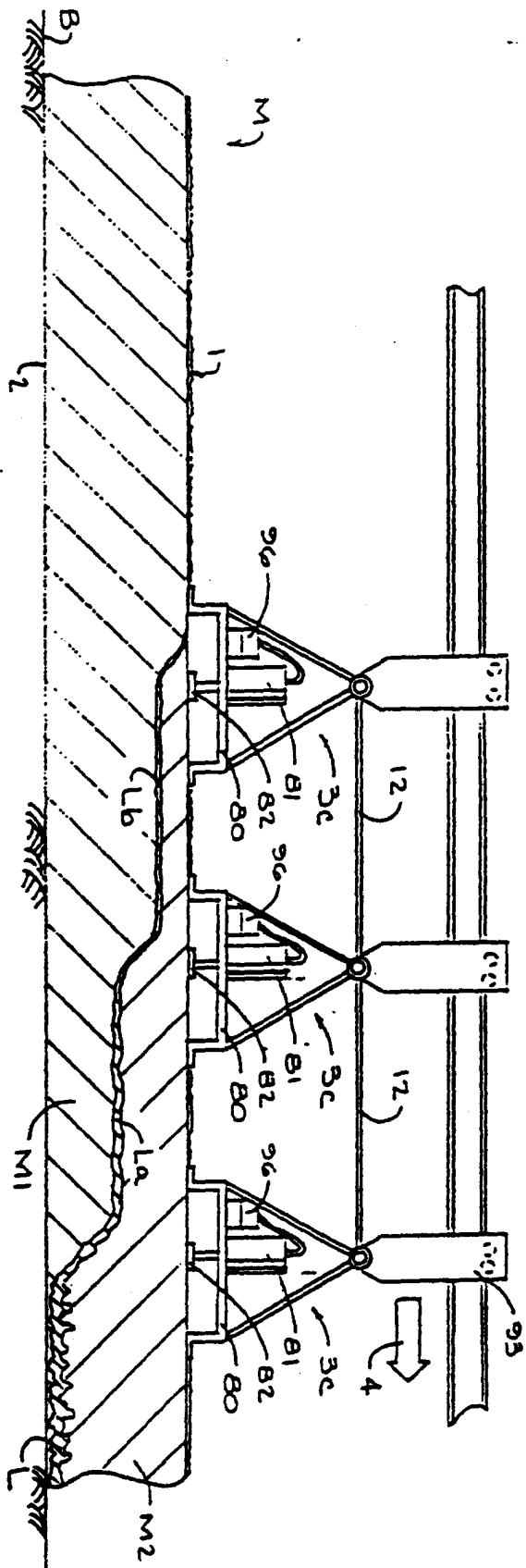
第 15 圖











第 19 圖