

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

高能治療用超音波的關鍵組件—非磁化材料換能器的研製

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2622-B-002-006-CC3

執行期間：93年11月01日至94年10月31日

執行單位：國立臺灣大學醫學院復健科

計畫主持人：陳文翔

計畫參與人員：陳文翔，童耀生，吳志清

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 94 年 11 月 14 日

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：生物處醫學工程

計畫名稱：高能治療用超音波的關鍵組件—非磁化材料換能器的研製

計畫編號：NSC 93-2622-B-002-006-CC3

執行期間：2004年11月1日至2005年10月31日

執行單位：台灣大學醫學院復健科

主持人：陳文翔

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩士論文)	工作內容
童耀生	碩士畢業	碩士論文：超音波顯影劑強化高強度具焦超音波加熱效應之研究	實際執行實驗
吳志清	博三		輔助執行實驗

合作企業簡介

合作企業名稱：台芝儀器股份有限公司

計畫聯絡人：廖德北

資本額：壹千兩百萬元

產品簡介：精密、光學、醫療器材及鐘錶製造

網址：電話：(02)27918801 - 205

研究摘要(500 字以內)：

高能聚焦超音波(簡稱 HIFU)是一種利用超音波的熱效應來燒灼腫瘤的新癌症治療方法，由於其非侵襲性、無放射性與可反覆給予的特性，被認為是近年所發展出來最具潛力的一種癌症治療方法。然而一個成功的燒灼極度依賴燒灼的精準度，也就是有效去除所有的不正常組織，但卻不傷及正常組織的能力，為達成此一目標，一個精準的及時監測不可或缺，目前用來監測 HIFU 治療過程與效果的最準確方式是利用特殊的磁振造影影像，來精密監測並控制燒灼後溫升的範圍與位置，然而欲利用磁振造影來作監測的燒灼系統，必須符合兩個條件：(1) 本身所有機械構造都必須以在強磁場下(以本院備有的 3T 磁振造影為準)不會產生磁性的物質來製造；(2)在燒灼過程中不會產生會干擾磁振攝影影像的電磁波。本年度計劃已對此兩問題作深入探討，並完成解決方案，並進行組織仿體、組織塊與活體動物模型的燒灼，對於長程的目標：建立一個監測腫瘤血液灌流變化的動態磁振造影 HIFU 系統，以應用於治療國人最常見的肝癌，有決定性的貢獻。

人才培育成果說明：專長於治療用超音波的碩士級及博士級研究生各一名

技術研發成果說明：

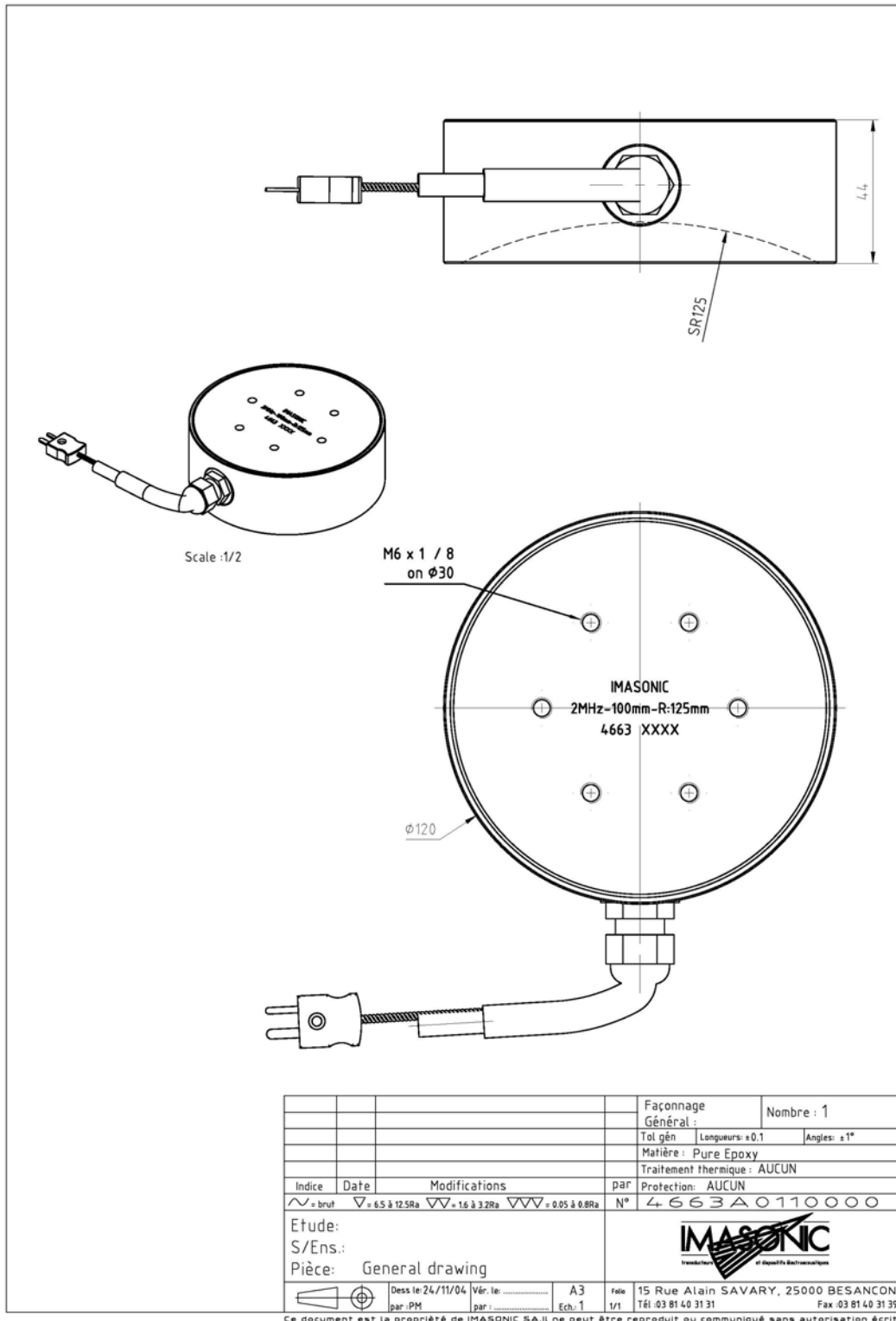
1. 磁振掃描(MRI)相容的超音波探頭製作：

已完成自製的磁振掃描(MRI)相容超音波探頭一只(圖一)，並向 Imasonic 公司訂購頻率為 1.85MHz 的另一只探頭(圖二)，兩者皆進行過實

際燒灼試驗，自製的探頭其頻率較低，熱轉聲能效率較差，電路匹配也較差。



圖一：自製的磁振掃描(MRI)相容 HIFU 探頭

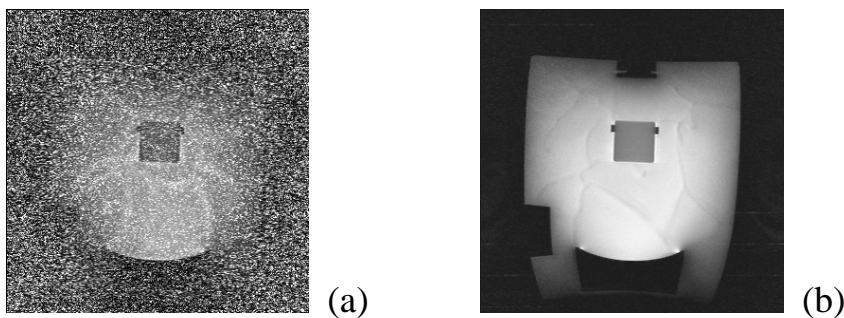


圖二：依需求訂做的 Imasonic 1.85 MHz HIFU 探頭

2. MRI 下仿體與組織塊的燒灼與雜訊干擾：

由於實際燒灼組織時需藉 MRI 觀察整個燒灼過程的變化，因此所測試

的實驗機構為此計劃的關鍵技術，我們目前已進行多次在 MRI 內的仿體與豬組織塊燒灼實驗，在低能量時如預期般的會產生紡錘形的焦斑，而在高能量時會產生蝌蚪形焦斑。不過 HIFU 探頭與 MRI 整合的系統中，兩系統同時啟動 HIFU 系統會對 MRI 影像有干擾現象，需加上去除高能超音波系統的功率放大器產生的寬頻雜訊(white noise)，此雜訊為目前影響 MRI 影像的主要來源，目前已針對此干擾現象設計多款濾波器，並進行訊號濾波測試，在 cut-off 頻率位於 2.5-5 MHz 之間時可有效濾除雜訊，但 cut-off 頻率太低時會影響功率放大器的主頻輸出；此外，設計上還須考慮電路匹配，減少由探頭反射至功率放大器的能量，以避免破壞功率放大器，阻抗應儘量接近 50 歐姆(圖三)。

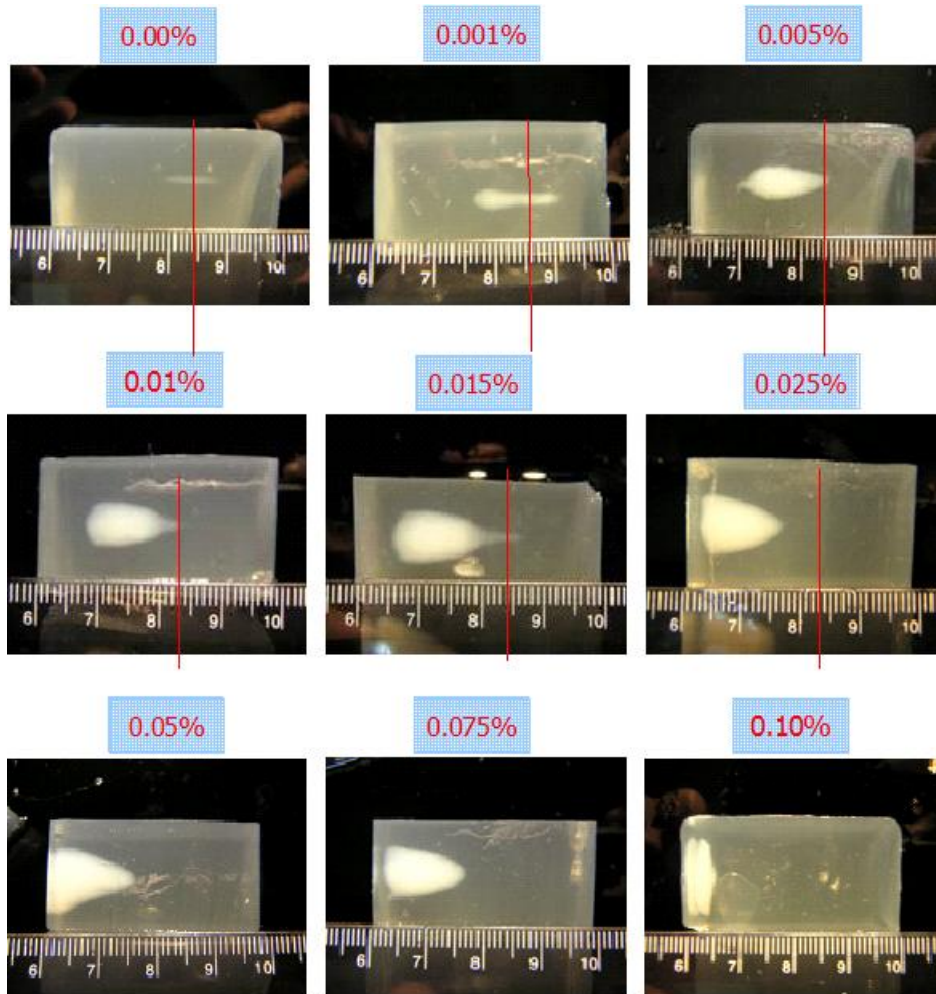


圖三：加上 2.75MHz 濾波器(a)前(b)後的 MRI 影像

3. 以超音波顯影劑來加強熱燒灼效果：

在仿體中混入超音波顯影劑可有效加大燒灼焦斑的體積，目前發現，在 50W 電功率(焦點聲壓 8.7MPa)的燒灼下，加入 0.001% 體積比的超音波顯影劑可使焦斑體積增加約 12 倍，0.01% 則可使焦斑體積增加約 65 倍；然而卻也會使焦斑向著探頭方向移位，0.001% 的顯影劑會移位 0.65 公分，

而 0.01% 則會移動 1.32 公分(圖四)，體積增大與移位的程度與組織的聲衰減係數有關。我們亦發現，加入超音波顯影劑後可以增加焦點附近高溫區域的體積，但比起未加之前，焦點的最高溫度將低，只是分佈在更大的範圍，所以才加大焦斑體積。



圖四：加入超音波顯影劑(a)前(0%)與(b)後(其他濃度)在仿體中所形成的焦斑型態與位移

4. 腫瘤模型：

將 1-2cc 的 Freund's complete adjuvant 注入兔子的肌肉中可產生直徑約 1 公分的腫瘤，組織學切片可見淋巴球浸潤的區域，同量的藥品注入肝

臟引發腫瘤的實驗尚未成功。

5. 活體動物燒灼實驗：

目前已進行多次活體兔子肌肉肝臟與腎臟的燒灼實驗，使用的是 3.9MHz 手執式 HIFU 探頭，可成功在肌肉內產生焦斑，然而因高頻超音波衰減程度較大，容易產生皮膚表面的水泡，目前正在加工 1MHz 探頭已得到較佳的穿透力，目前尚未成功在未打開皮膚時於肝臟與腎臟產生燒灼效果。

技術特點說明：

1. 磁振掃描相容之高能聚焦超音波探頭與燒灼系統
2. 利用超音波顯影劑來加強燒灼效果
3. 去除雜訊的特殊高能濾波器
4. 兔子的肝腫瘤模型
5. 對活體兔子燒灼的特殊技術

可利用之產業及可開發之產品：磁振掃描相容之高能聚焦超音波探頭與系統

推廣及運用的價值：廠商得到製造磁振掃描相容之高能聚焦超音波探頭的關鍵技術，可作為將來量產的技術依據。

※ 備註：精簡報告係可供國科會立即公開之資料，並以四至十頁為原則，如有圖片或照片請以附加檔案上傳，若涉及智財權、技術移轉案及專利申請而需保密之資料，請勿揭露。