

長円形ファントムの製作

河原井勝一

筑波大学数理物質科学等支援室

〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

概要

電子・物理工学専攻の巨瀬研究室では、手足や、さまざまな物体の内部構造を計測、可視化する小型 MRI の研究・開発、また、それに関連する先端的な MRI システムの開発を行っています。関節リウマチ用コンパクト MRI 用のファントムの製作依頼を受け製作しました。この事を報告します。

1. はじめに

ファントムとは擬似物体のことで、測定領域空間に RF (高周波) コイル内部の高周波磁場が均一に当たっているかを見るために、測定空間に置く液状の磁性物質を封入した容器です。数時間以上に亘る計測中に、液状の物質が漏れ出さないことが必要な仕様です。図 1 は関節リウマチ用コンパクト MRI の写真です。ベークライトで作られた部分に長円形の穴があり、そこに腕を入れて撮像します。ファントムもこの穴に入れて機器の調整に使います。



図 1. 関節リウマチ用コンパクト MRI

2. ファントム

2.1 ファントムの寸法

図 2 に依頼されたファントムの図を示します。ファントムは長円形の容器で、アクリルで製作します。本体左右に蓋を接着して密閉容器になります。

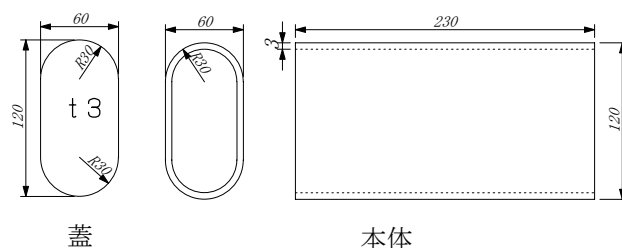


図 2. ファントム

2.2 ファントムの構成部品

図 2 の本体は曲面の部分とフラットの部分を分けて製作しました。製作したのは $t3 \times 60 \times 230$ のアクリルの板 2 点と $\phi 60 \times 230$ のパイプを縦に半分にした物を 2 点と蓋を 2 点で、合計 6 点を製作しました。図 3 に 3 点の部品図を示します。

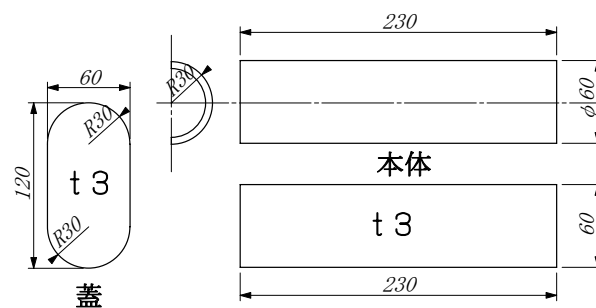


図 3. 部品図

3. 製作

3.1 機械加工

$t3 \times 60 \times 230$ の板の部分の加工は横フライス盤にバイスに加えて加工しました。 $\phi 60 \times 230$ の半円筒部は、初め円筒の長さを旋盤で 230 に加工し、治具に固定して横フライス盤で半円筒に加工しました。蓋の部分は幅 60 の加工は横フライス盤で加工し、蓋の

R30 の部分は治具を作りサーキュラにセットして立フライス盤で加工しました。

3.1.1 治具 1

半円筒部の加工にあたり図 4 の治具を使いアクリルの円筒を固定しました。半円のハッチング部分は $\phi 53.96$ の黄銅の円筒を半分にしたものでアクリルを押さえるための重石です。アルミ合金のチャンネルは厚み 5mm で 75(内寸 65) \times 40 \times 240 のサイズです。製品のアクリルに傷がつかないようにチャンネルやスペーサーや黄銅の間に養生のために紙を挟んでいます。紙の厚みは 0.02 mm です。図 5 に治具 1 を用いた横フライス盤の加工を示します。図 5 の様に治具 1 の重石の黄銅にクランプして横フライス盤に固定、高さ 30.02 mm に加工しました。

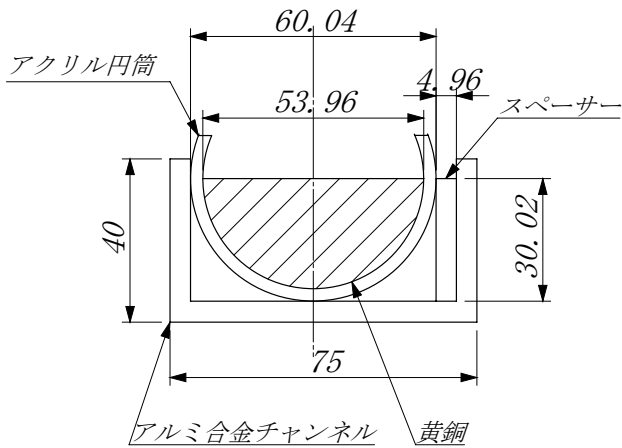


図 4. 治具 1

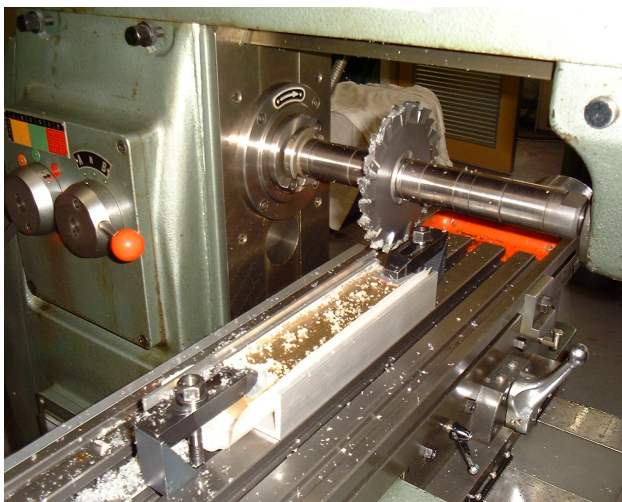


図 5. 治具 1 による加工

3.1.2 治具 2

蓋の製作に当たって図 6 の治具を考案しました。幅 60 に加工したアクリルの板を幅 60 深さ 2 の溝に

納め、その上に板を載せ M6 のボルトで治具に固定して使います。 $\phi 35$ の円筒部をサーキュラのチャックに加えて、30 mm オフセットしサーキュラを半回転して加工します。図 7 に製作した治具の部品と図 8 に治具を使用しての加工の様子を示します。

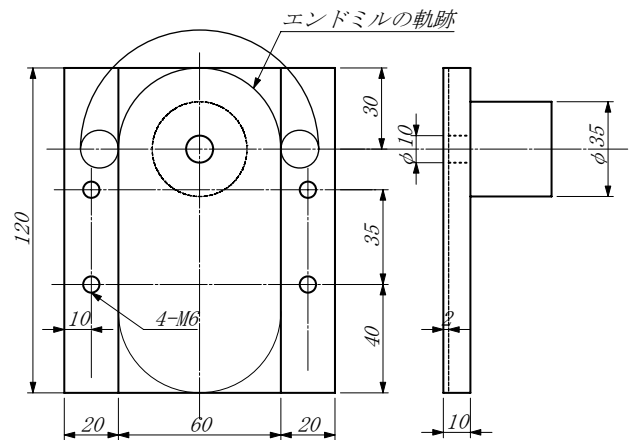


図 6. 治具 2

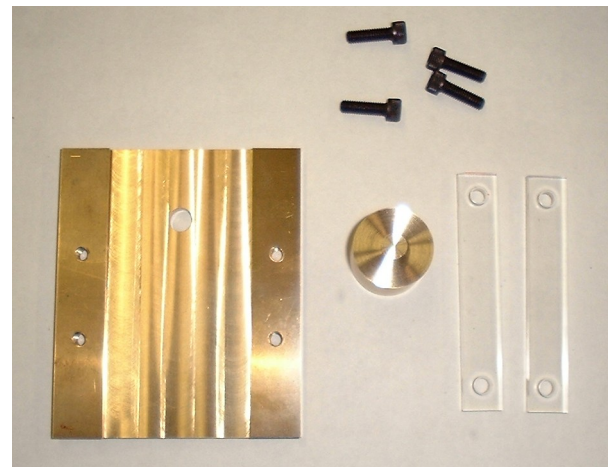


図 7. 治具 2 の部品

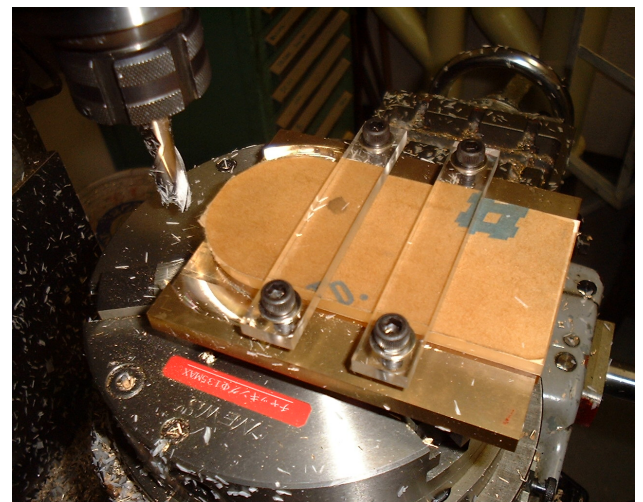


図 8. 治具 2 による加工

3.2 接着

機械加工した部品を、アクリル用接着剤を用いて接着して組み立てます。その際、接着剤の溶液が接着面以外に触れないように養生を施しました。作業はアクリル用接着剤の溶液を注射器に充填して、接着面に溶液を注入します。接着剤は市販のアクリサンデーを使用しました。

3.2.1 養生

漏れが無いようにする事が大事です。それには接着面に接着剤の溶液を行き渡らせなければいけません。そのため接着面に溶液を多めに注入します。溢れた溶液が接着面以外に触れないようにテープで養生しました。図9は養生をしたところです。図10はマスキングに使用した養生テープでNITTO TAPEです。

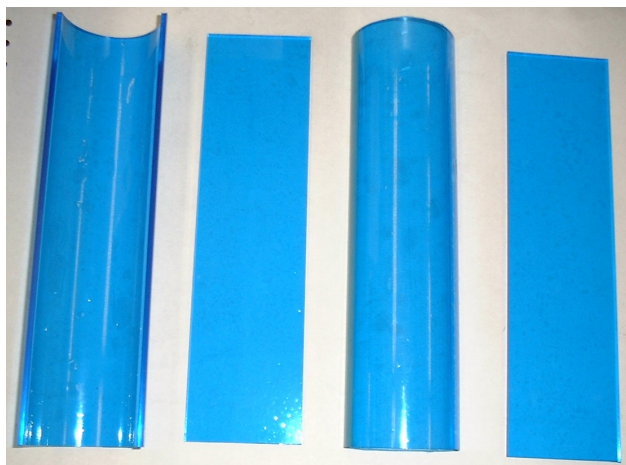


図9. 養生

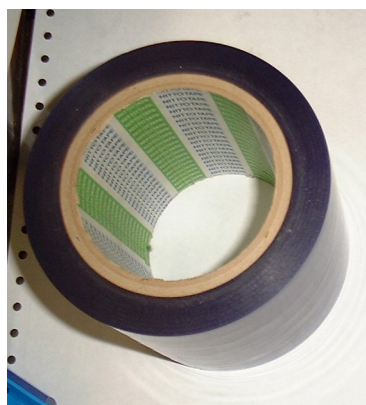


図10. 養生テープ

3.2.2 組立作業

今回はボルトやネジ等による組み立てではなく、接着による組み立てです。接着剤であるアクリサンデーは速乾性であるため、作業は迅速に行う必要があります。そのため接着剤の溶液を注射器で接合面に流す役割とアクリルの板を押さえる者の2人で作業しました。アクリルの板を押さえる方は板と板の間に隙間を作り、接着剤の溶液が流されたら接合面を密着して押さえます。図9の本体部を接着して組み立てた物が図11の写真です。



図11. 本体部接着

図12は治具2を使って作られた蓋の部分です。図11の本体部に図12の蓋を接着して製作した物が図13の写真です。



図12. 蓋

依頼された製品は、巨瀬研究室でゲル状の磁性体を入れ密閉します。そのため図 13 のファントムは片側の蓋を接着したものです。

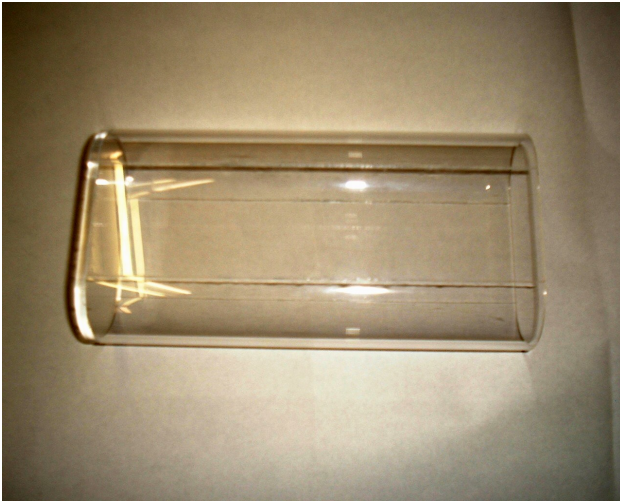


図 13. ファントム

4. まとめ

製作したファントムは水を満たし、漏れを確認しました。接着面からの漏れの無い事を確認し製品を研究室へ引き渡しました。関節リウマチ用コンパクト MRI は筑波大学附属病院にて臨床撮像を開始しています。ファントムも MRI の調整に使われています。

謝辞

この報告にあたりご指導ご協力頂きました、電子・物理工学専攻の巨瀬勝美教授と NMR イメージング研究室の皆様に深く感謝します。