

Title	ベクトル心磁波計測システム
Author(s)	白江, 公輔; 古川, 久生
Citation	大阪大学低温センターだより. 1986, 54, p. 10-12
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/11091
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

ベクトル心磁波計測システム

基礎工学部 白江公輔, 古川久生 (豊中 4620)

心磁波の計測は1台のSQUID増幅器を用い胸壁垂直成分のみについて行なわれているのが現状である。ベクトル計測には3台のSQUID増幅器が必要であるが、プローブとなるグラディオメータの機械的調整機構の複雑化のため実行は不可能に近い。多入力SQUID増幅器を用いグラディオメータの電子の調整方法を採用した結果、普通の室内で心磁波のベクトル計測が可能になった〔1〕。

1. 液体ヘリウム中で臨界電流のトリミング

本システムでは本磁波ベクトル3成分と背景雑音3成分の6つの磁束入力を増幅するため、臨界電流値の揃った6個のSQUID素子が必要である。このため図1に示すようなタンタル薄膜上にニオブ薄膜を用いたVTB (Variable thickness bridge) 形のマイクロブリッジを作製した。液体ヘリウム中でタンタル薄膜にパルス電流(約 $1\text{ W}\cdot\text{s}$)を流しブリッジを加熱すると、臨界電流値が変えられることが判った。従ってブリッジの特性を測定しながら臨界電流の調整が可能となり、多数の素子の特性を揃える(約 $5\ \mu\text{A}$)のが容易になった〔2〕。

2. ベクトル計測システム

信号磁界は 1pT から 100pT 、雑音磁界は nT から μT にわたって分布している。雑音磁界が測定点で一樣分布と見なせるのに対し信号磁界は大きなグラジェントを持つことを利用して分離する。このためピックアップコイルは2次微分型のグラディオメータを用いる。然し作製時に不可避免的に生ずるアンバランス(0.1~1%)のため雑音磁界を拾い信号と雑音の分離が出来ない。

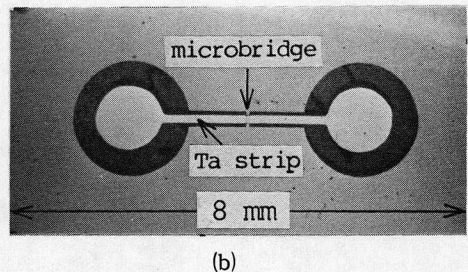
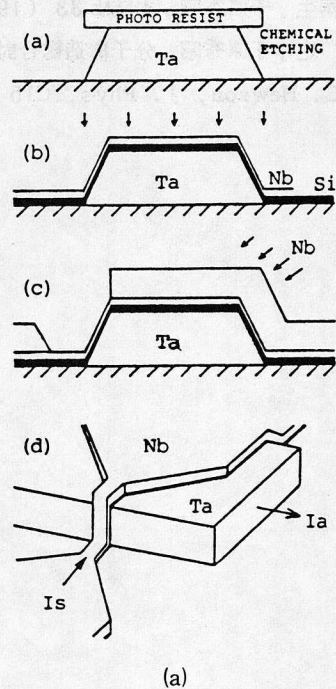


図1. ジュール加熱形SQUID素子
(a) マイクロブリッジ作製工程
(b) SQUID素子の写真

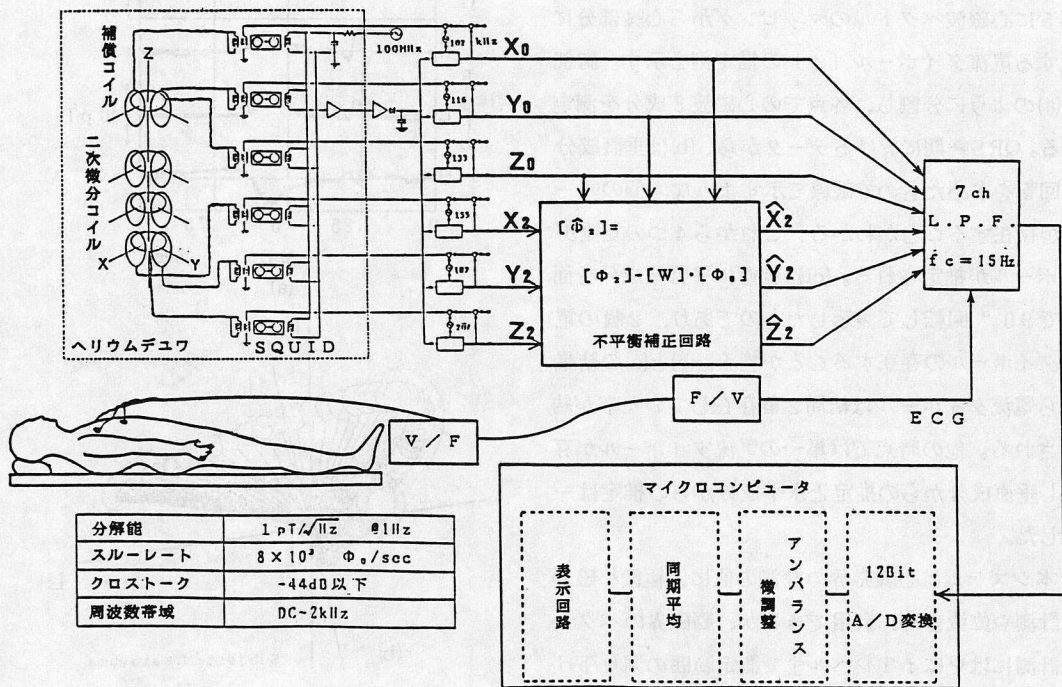


図2. ベクトル心磁波計測システム図

本システムでは図2に示すように、3個のグラディオメータからの信号と互いに直交する補償コイルから得られる雑音の3成分とはSQUID駆動高周波電圧の側帯波として室温領域に送られ、分離回路で6個の出力に分けられる〔3〕。信号出力に現れる雑音は3つの雑音出力に適当な重みを乗じて加算合成したもので相殺できる。重みの粗調整は手動で行ない、微調整はマイコンにやらせる。雑音の調整は被験者不在で行なう。

この状態で被検者をプローブ下に仰臥させれば心磁波が計測できる。本システムには心電位計測回路も設けてある。その出力をトリガとして同期平均をとることによりS/Nが更に向上する。図3は装置の全景を示す。

3. ベクトル心磁波測定結果

図4は心磁波3成分(H, L, U)と心電位(E)の時間的变化とQRS部(図aにおける0.25秒近傍の波形)の心磁波ベクトルを立体表示したものである。ベクトル

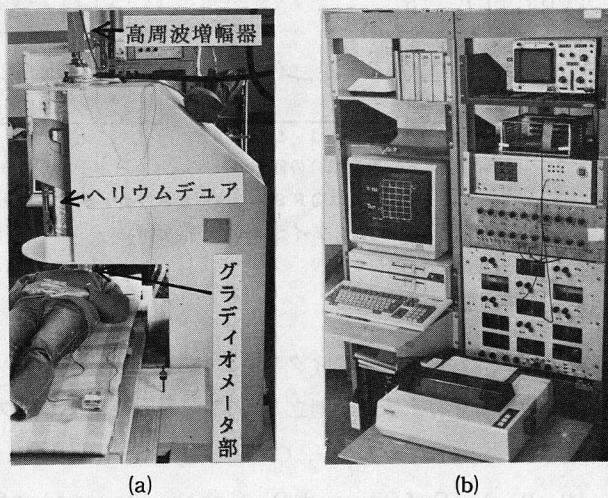


図3. 装置の概観
(a) 検出部, (b) 信号処理部

は矢印のように回転する。丸印はベクトルの向きを示し、丸が大きいほど手前を向いていることを表す。図5に心磁波ベクトルのマッピングから心臓部分に生ずる電流ダイポール〔4〕の推定例を示す。胸部を(a)のように分割し、各点での心磁波3成分を測定する。QRS終期に於けるデータから、(b)は垂直成分の回転を求めたもので破線で示すような4個のループが存在することがわかる。これから4つの電流ダイポールが推定される。(c)は胸壁に平行な成分を面内で90°回転して表示したものであり、2個の電流ダイポールの存在することが判る。(b)と(c)の結果から電流ダイポールは結局2個存在していた事が結論される。他の時点では単一の電流ダイポールが存在し垂直成分からの推定と水平成分からの推定は一致した。

本システムは心臓磁界の計測の他に、極微小磁界の計測や位置ぎめに利用できるが、脳磁界のベクトル計測には更に f T レベルまで測定範囲の掘り下げが必要であり全く新しい取組みをしなければならない。

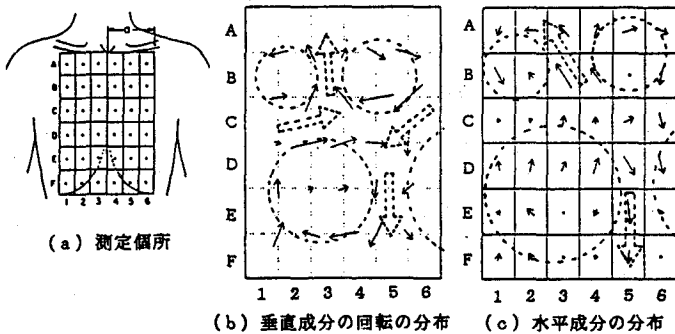


図5 電流ダイポールの推定例

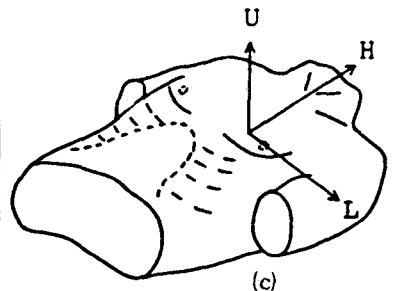
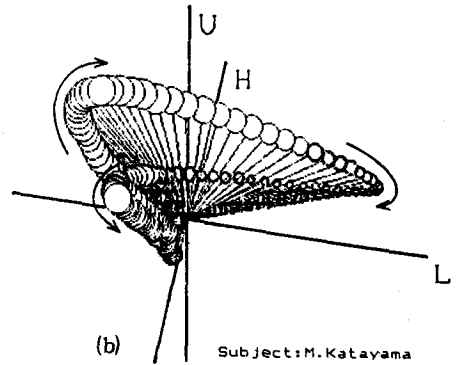
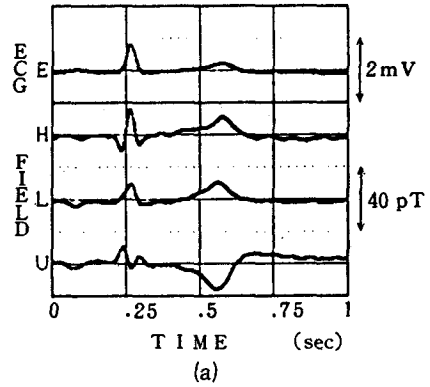


図4. 心磁波ベクトル (a)時間表示, (b)空間表示, (c)座標軸

文 献

- (1) 白江ほか, マグネティクス研究会, MAG-84-37, (1984), 37
- (2) 古川ほか, 大阪大学創立50周年記念国際シンポジウム, (1985), 191
- (3) K. Shirae et al, CRYOGENICS, vol. 21, No.12, (1981), 707
- (4) B. N. Cuffin and D. Cohen, Journal of Magnetism and Materials, vol. 22. (1981), 129