脳磁図システム用液体ヘリウム再循環システムの 開発と運転記録

正員 川勝真喜, 小林宏一郎, 内川義則, 斎藤正男, 小谷誠 (東京電機大学)

The development and the operation records of a Liquid Helium Recirculation System for a Magnetoencephalograph Measurement system

Masaki Kawakatsu, Koichiro Kobayashi, Yoshinori Uchikawa, Masao Saito, Makoto Kotani
(Tokyo Denki University)

We have developed a helium collection and re-liquefaction system for a MEG measurement system, and used the system applying to a 195 channel SQUID system. The helium purchase quantity became half the amount in our former report. However, this SQUID system has the large amount of consumption of helium compared with other MEG systems. So, we applied the re-liquefaction system to 122-channel SQUID system (Neuromag122™) which used the general amount of the helium (about 100 liters/week). The helium purchase quantity became less than 1/4, and the whole expenses of cooling also became an about 43% decrease.

キーワード: 液体ヘリウム、運転コスト、ヘリウムの再利用、運転記録

1. はじめに

限られた資源であるヘリウムの効率的な利用のため我々はこれまでに低ノイズの脳磁図システム用ヘリウム再液化・循環システムの開発を行ってきた[1]。このシステムによって、生体磁気計測においては、従来大気中へ放出してしまっていたガス化したヘリウムを再度液化することによりヘリウムの購入量を半分にすることに成功し、その有効性を明らかにした。さらに、このシステムは汎用性を持って作られており対象とする生体磁気計測システムを選ばない。これまでは、東京電機大学超電導応用研究所に設置されているベクトル型 195 チャンネル全頭型脳磁界計測システムに適用したが、今回は先の報告よりガスバックを増設するなど更にシステムを増設し、多くの研究施設で利用されている Neuromag 社製の 122 チャンネル全頭型脳磁界計測システムに再循環システムを適用した。その結果、更にヘリウムの購入量は 1/4 以下となり、ランニングコストも約 43% 減となった。

ネル全頭型脳磁界計測システムに再循環システムを適用した。その結果、更にヘリウムの購入量は 1/4 以下となり、ランニングコストも約 43% 減となった。

2. システム

システムの基本構成は前回の報告と変わらないのでここでは概要を述べる。図 1 に示されるようにガスの回収、精製(不純物の除去)、再液化のブロックからなる。回収には特殊ゴムを利用したガスバックを2台用いた。2つのガスバックの容量は合せて28m³である。水分除去器は電子エアードライヤー(八重崎空圧 EAD-70)、モレキュラーシーブ 400g を用いた乾燥剤より露点温度が-60度になるよう水分除去を行った。精製器は、冷凍機、2つの吸着器(活性炭)等からなる。2つの吸着器はヘリウム以外の不純物を吸着し、第 1 吸着器は-90℃

Figure 1. Scheme of the helium collection and liquefaction system. The system consists of the following,
(1) two Gas-bags,
(2) air dryer,
(3) helium refiner with a refrigerator,
(4) liquefaction system with two refrigerators,
(5) a compressor for circulation.

-120℃程度、第2吸着器は-210℃以下に冷却される。液化器は2つの冷凍機、ヘリウムタンク(約100リットル)などからなる。冷凍機の1つは熱シールドを冷やし、約80Kまで冷却する。また、もう一方の冷凍機はヘリウムタンク内に設置し4.3Kに冷却することにより、精製されたヘリウムガスを液化するものである。

また、今回からインターネットを通じて研究所外からシステムの状態をモニタリングできるようにした。このことにより、システム管理者はどこにいてもシステムを監視することができる。

3. 生体磁気システム

Neuromag122 チャネルシステムは蒸発量が約8リットル/日と少ないが、ヘリウムガスの排気部分にシリコンチューブ等を用いているため、不純物の混入が若干多い。循環システムを利用しない場合、一週間に約100リットルの液体ヘリウムを消費する。一方の195チャネルベクトルシステムは4日間で100～125リットルの液体ヘリウムを使う生体磁気計測システムの中でも大型のものである。デュア自体の蒸発量は約17リットル/日、それ以外はトランスファー時の蒸発により消費される。

4. 結果

例として表1に Neuromag122 チャネルシステム(平成13年12月)と195チャネルベクトルシステム(平成12年9月の一ヶ月間)の一ヶ月間の運転記録を表1に、コストの試算を表2、

3に示す。195チャネルベクトルシステムでは、購入量が半減、コストは試算で約38%の減となった。一方、Neuromag122チャネルシステムでは購入量は1/4以下に、コストは約43%減となった。

5. まとめ

開発した液体ヘリウム循環システムを多くの機関で利用されている Neuromag122 チャネルシステムに適用して液体ヘリウムの購入量が1/4以下となることが示された。195チャネルシステムとの差は主に液体ヘリウムの蒸発量の差と増設されたガスバックによるトランスファー時のヘリウムガスの損失が減ったことによると考えられる。また、現在のヘリウムのロスは、トランスファー時にトランスファーチューブ等をヘリウムガスでバージングする際や精製器再生時に精製器内に残留してしまうヘリウムガスが主であると考えられる。これらは運用の方法で更に減らすことが可能であると考えられる。

(平成14年2月7日受付)

文 献

[1] 川勝真喜、小林宏一郎、他：脳磁図システム用ヘリウム再液化・循環システムの開発、電学論C, 122, 1, 66-70, (2002)

Table.1 An Operation record

装置	ベクトル 195 チャネルシステム	Neuromag122 チャネルシステム
期間	35 日間	31 日間
液化量	約 490 リットル (0.58 リットル/時間)	約 360 リットル(0.47 リットル/時間)
精製器再生時間	計 145 時間 (再生時間を考慮に入れた平均の再液化量は 0.71 リットル/時間)	計 150 時間 (再生時間を考慮に入れた平均の再液化量は 0.59 リットル/時間)
液化器からのトランスファー回数	6 回(平均 72 リットル)	8 回(平均 41 リットル)
ベッセルからのトランスファー回数	5 回(毎回 100 リットル)	1 回(70 リットル)

Table.2 An estimation of cost for Neuromag122 whole-cortex MEG system

	液体ヘリウム	電気料金ほか	合計
再液化システム導入前	400 リットル(約400k 円)	0	約 400k 円
再液化システム導入後	70 リットル(約 70k 円)	冷凍器等 12kW/h 冷却水ポンプ 2kW/h (約 146k 円) 冷凍機の保守費 12k 円	約228k 円

Table.3 An estimation of cost for vector 195 channel system

	液体ヘリウム	電気料金ほか	合計
再液化システム導入前	900 リットル(約 900k 円)	0	約 900k 円
再液化システム導入後	400 リットル(約 400k 円)	冷凍器等 12kW/h 冷却水ポンプ 2kW/h (約 146k 円) 冷凍機の保守費 12k 円	約 560k 円