

LASL Intense 14MeV Neutron Source

Dale B. Henderson

INDC(USA)-40/G, LA-4863-MS

神田 幸則(九大工)

核融合炉の実現の可能性が具体的に検討され出した現在, JNDCでもそれに関する話題を耳にするようになってきた。核分裂炉では核データの外挿点ぐらいにしか扱われなかった14MeV中性子のデータが, 核融合炉の場合は積極的の意味をもつようになる。14MeV中性子は発生が容易なために, このエネルギーにおける核データはほかのエネルギーに比べて多く測定されている。しかし, データの質の問題となると実験的制約のためにデータ量と必ずしも比例していない。その原因の一つは14MeV中性子源の強度が現在の技術では限界にきたことである。このために, 14MeVにおける核データの質を向上させるにはもっと強力な中性子源を開発する必要がある。また, 核融合炉を実現するためには中性子とブランケット体系との相互作用の実験, さらに, 核分裂炉より一層厳しい条件におかれる炉材料の高温, 強中性子束および高速中性子による損傷を調べるためにも, もっと強い14MeV中性子源が望まれる。

ここに紹介する文献は核融合炉材料の試験を目的とした14MeV中性子源の一提案である。材料の損傷に関連するのは直接の核データとして $(n, p)$ ,  $(n, \alpha)$ の断面積がある。現在のところ十分な精度では測定されておらず, 上に述べたようにこの種の努力なしには改善は望めない。また, 以下のように実際の炉に近い強い中性子束下での実験によって, 核融合炉のために必要な核データの種類や精度も明らかになってくるものと思われる。以下文献に従う。

現在, 14MeV中性子源はCockcroft-Walton型加速器で $D^+$ を加速しTターゲットを衝撃するのが標準的方法である。Tターゲットは金属板(通常Cu)にTiを蒸着しそれにTを吸収させたTi-Tターゲットとして使用されている。この種のターゲットは加速されたDによるターゲット上の発熱のためにTの放出さらには金属板の融解などの理由からターゲット上でたかだか $10^{12} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ が限度である。これに対して, 核融合炉の真空壁では $10^{14} - 10^{15} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ の14MeV中性子照射と見積られている。その差は $10^3$ である。この解決策としてターゲットをガスとするのがこの文献の提案である。提案としては目新しくはないが技術的には多くの問題がある。

中性子発生量, ターゲット中のエネルギー損失, ターゲットの厚さ, 加速電圧などを検討している。結論としては, Tのイオンを加速した方が $T_2$ の消耗が少ないとの理由から,  $T^+$ 加速,  $D_2$ ターゲットとした。加速電圧はLASLの現存装置(0-270 keV, 2A, 直流電源)から270

keV加速とする。D<sub>2</sub> ターゲットは加速管内にガスを噴出することで実現する。しかし、加速管内の真空と高密度ガスを両立させるために、高温、高圧のD<sub>2</sub> をノズルから噴出させる。装置の概念は図1に示される。同図中、Reaction Volume となっているところがT<sup>+</sup>とD<sub>2</sub> が交叉する部分で設計は1cm立方となっている。図中M=3.5とあるのはD<sub>2</sub> のマッハ数が3.5の意味である。Reaction Volume 通過後はM=2.0となる。これら两点におけるガスの諸量を次に示す。

マッハ数	3.5	2.0
D <sub>2</sub> の数 (個/cm <sup>3</sup> )	$1.82 \times 10^{19}$	$2.02 \times 10^{19}$
温度 (K)	580	1400
圧力 (psi)	21.1	56.8
ガス・スピード (cm/sec)	$4.52 \times 10^5$	$4.08 \times 10^5$
ガス束 (D <sub>2</sub> /sec)	$8.23 \times 10^{24}$	

問題なのはこの間加速管内に逃げてしまうD<sub>2</sub> であるが、計算によるとD<sub>2</sub> 流の2%で真空1μ torr を維持するには充分である。このようなガス流の実現の可能性を検討するのが本文の重要な部分である。

T<sup>+</sup>源にはプラズマ注入用に開発されたORNL型イオン源を使って1Aとれると仮定している。ただし、これだけのT<sup>+</sup>をReaction Volume に収束できるかどうかは問題があると述べている。これで14 MeV 中性子は全発生量  $7.9 \times 10^{14}$  n/secで、Reaction Volume の一面で  $2.5 \times 10^{14}$  n/cm<sup>2</sup>·secとなり目的を達し得ると見積っている。全体の構成は図2に示される。

残る問題はTの回収であるが、この技術は核融合炉実現には是非解決しなければならない問題であるし、T加速はLASLとしては経験済みであるので、この文献では問題としていない。この装置では通算  $1.9 \times 10^7$  Ci/year のTが加速され、 $1.4 \times 10^7$  に相当する。

著者は技術的には可能との見透しを持っているが、実現するためには、実用上有効かどうかの問題、ほかのアイデアとの競合、建設費用の点について、なお検討の余地があると述べている。

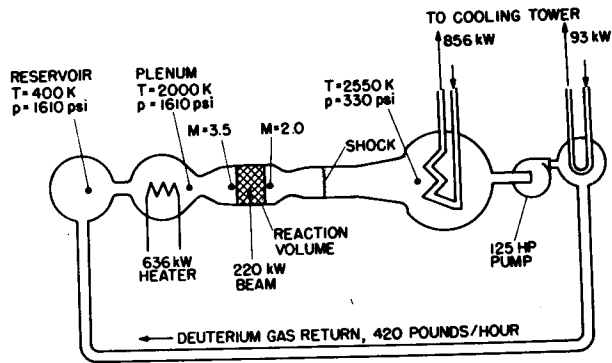


Fig. 10. Schematic of gas circuit.

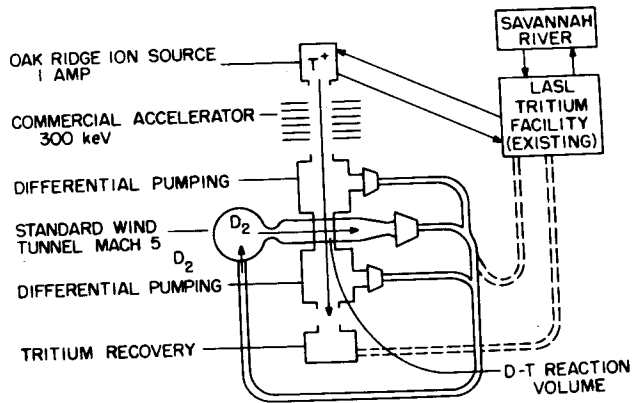


Fig. 11. Schematic of Pump System.