

スカンジノバ クライストロン用モジュレータ 民生/産業応用への展開

湯城磨（スカンジノバ・システムズ株式会社）

Mikael Lindholm（ScandiNova Systems AB）

Abstract

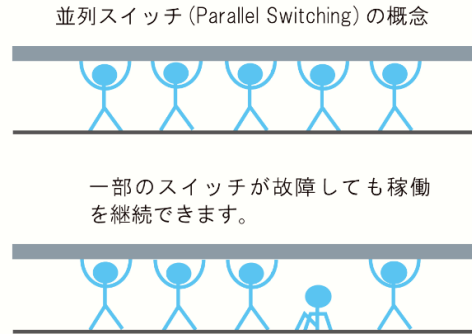
This year is the 20th anniversary for ScandiNova Systems AB since the company established at Uppsala in Sweden. Since then, ScandiNova has been developing the SSM(Solid State Modulator) with its unique technologies, such as Sprit Core with parallel switches. ScandiNova became a leading company of providing the SSM worldwide for medical, industrial and scientific fields, and now more than 1650 SSMs have been delivered to the 142 customers in 46 countries. This paper provides the latest information especially for industrial and medical applications with ScandiNova technologies.



並列スイッチで冗長性の高いシステム
Parallel Switching™

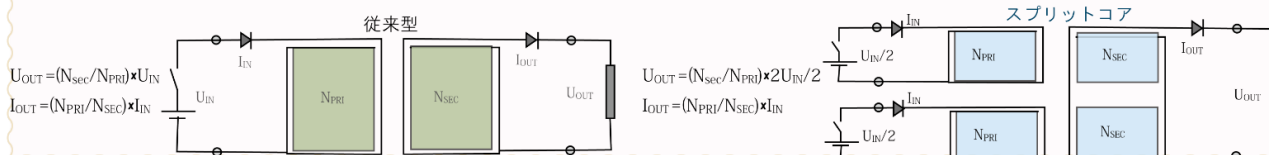
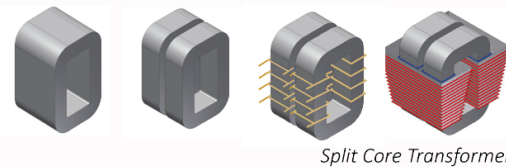
スカンジノバのモジュレータは、一般商用のIGBTスイッチを並列で使っています。各スイッチの負荷が大幅に減り、特別なメンテナンスは不要。システムの信頼性が格段に上がり、長期間にわたり安定した稼働が実現します。

故障に強いシステム



スプリットコアで1次側を低電圧に
Split Core™

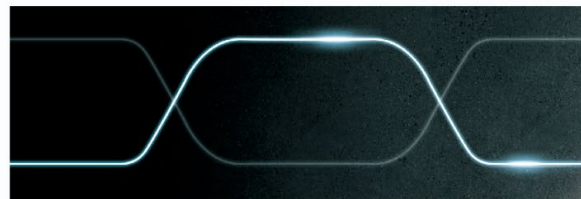
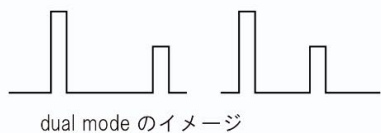
スカンジノバは、スプリットコアの技術開発により、これまでに無い新たなシステムで製品を構成します。充電ユニット (CCPS) は、1.2kV を高精度に充電し昇圧トランスの1次側に供給します。パルス幅はIGBTスイッチのon/offのタイミングで決められ、無理なく必要な電圧 (-500KV) まで昇圧することができます。



パルス毎の的確なコントロール
Pulse to Pulse Control™ / ScandiCAT™

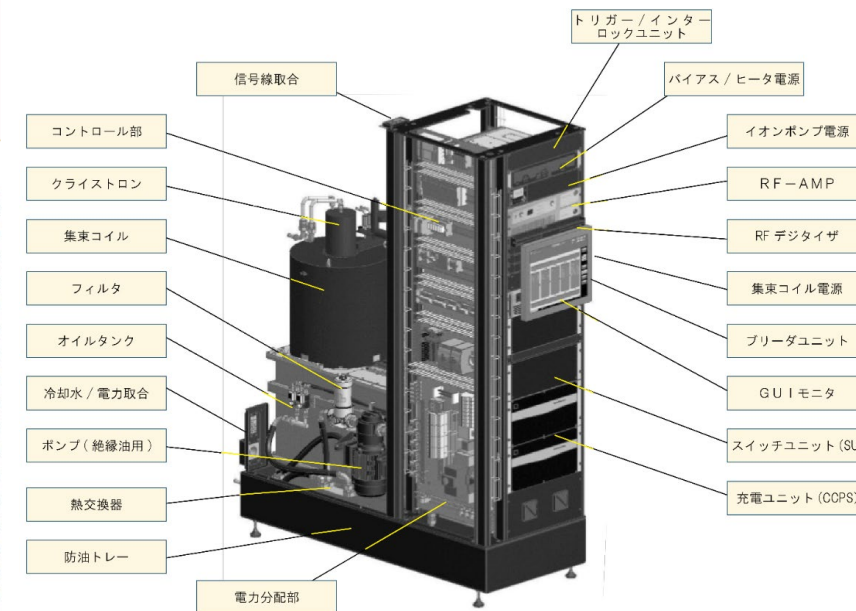
スカンジノバのモジュレータは、独自開発のScandiCATと呼ばれるソフトウェアにより、1パルス毎のきめ細やかなパルスコントロールが実現します。

- 1) 2つの異なるエネルギーのパルス毎のコントロールが可能です。
- 2) パルス平坦度、パルス安定度の極めて高いパルスで、高安定動作を支えます。



スカンジノバのパルスモジュレータ

- 1) 冗長性、信頼性の高いシステム
従来のPFN技術と異なり、サイラトロンを使わない完全半導体スイッチのシステムです。半導体スイッチも並列接続で故障に強いシステムです。
- 2) パルス間安定度が極めて高い
標準100PPM(RMS)
過去の実績では15PPM(PSI/スイス向け)
- 3) 新規設計を伴わないシステムコンセプト



スカンジノバの製品は、全てのユニットが事前に個別試験をされたユニットの組み合わせでシステムを構築しています。
組み合わせ後の全体調整が一切不要。個別のRFユニット(クライストロン/マグネトロン)に応じた高い品質のシステムとしてお届けいたします。



モジュラー化されたユニットから構成されています。

標準の19インチラックを採用し、コントロール系とRF系を分けた配置を採用。

モジュレータ以外にクライストロンを含むRF系、導波管、周辺機器を取りまとめ、フル保証として納入致します。

-> スカンジノバが取りまとめた機器は全ての責任と保証を担保し、ターンキーシステムとして納入致します。



- » お客様のご要求の仕様にマッチした機器をお届けします。
- » 短納期対応が可能です。
- » 全てをスカンジノバに依頼するのみで、一切の煩雑な周辺機器メーカーとの調整が不要です。
- » 高い品質と信頼性でお届けします。

スカンジノバのモジュレータは放射線治療装置に等いされています。

① バリアン社：最新鋭機Halcyonの電子銃及びマグネトロン用電源として採用され2017年より量産供給しています。スカンジノバの持つ高い安定度と信頼性の製品が世界各地で稼働しています。

M100：6.2MW/7kW仕様

② エレクタ社：最新鋭機Unityの電子銃及びマグネトロン用電源として採用され2018年より量産供給しています。MRIと放射線治療の融合装置でスカンジノバの持つ高い品質が評価されました

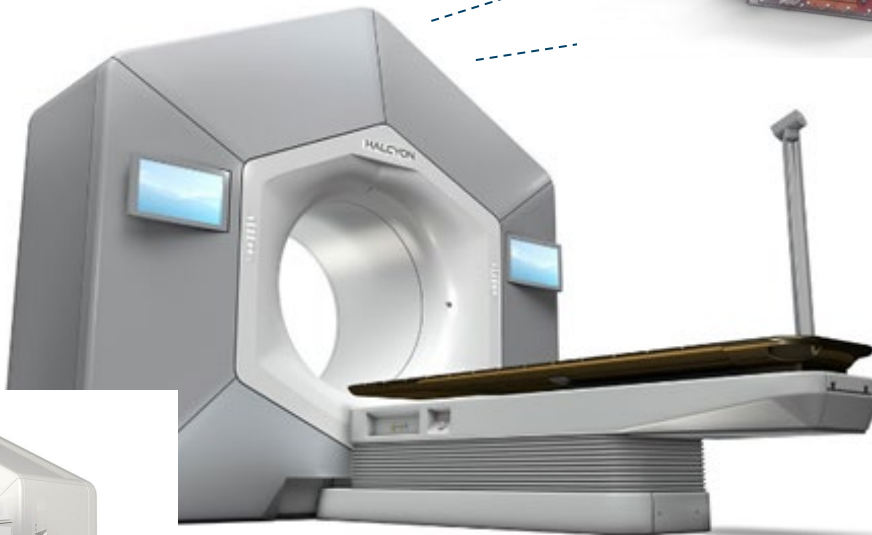
M100

(公開可能な情報のみとなります。)

varian

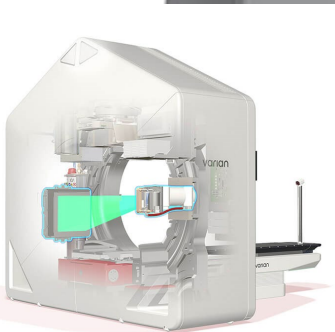


Elekta

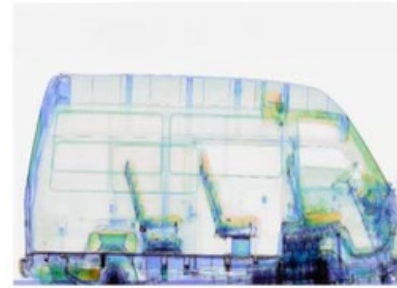
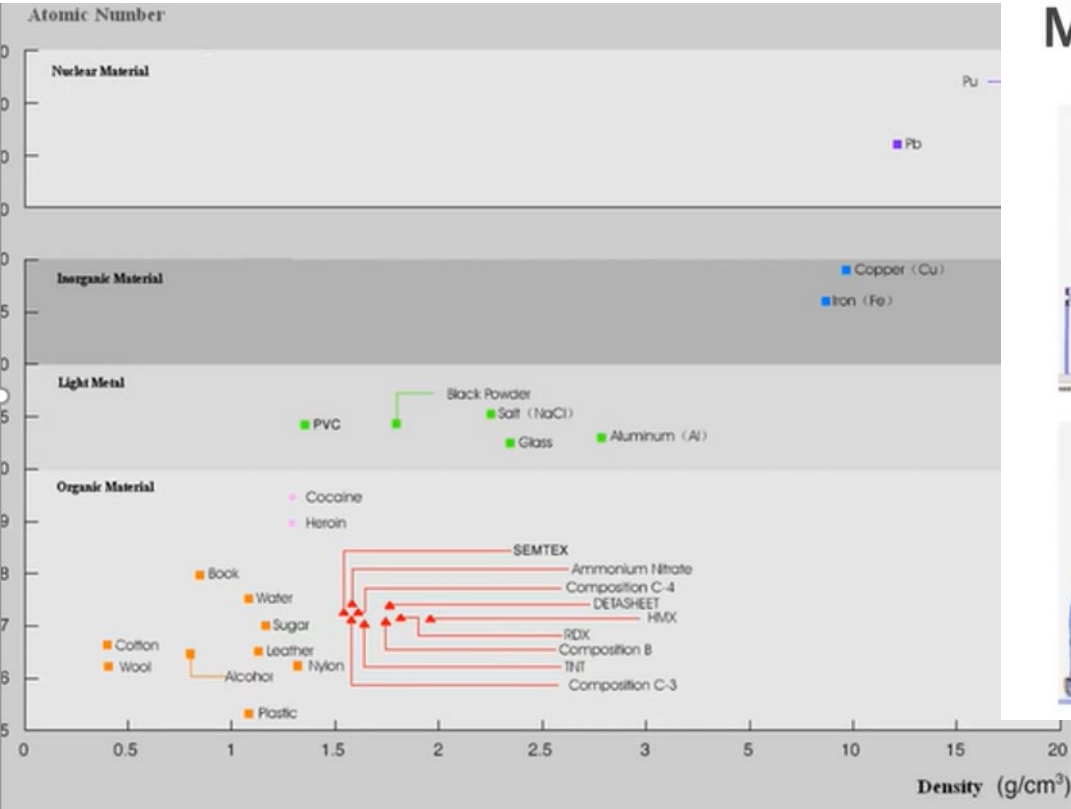


Halcyon

Unity

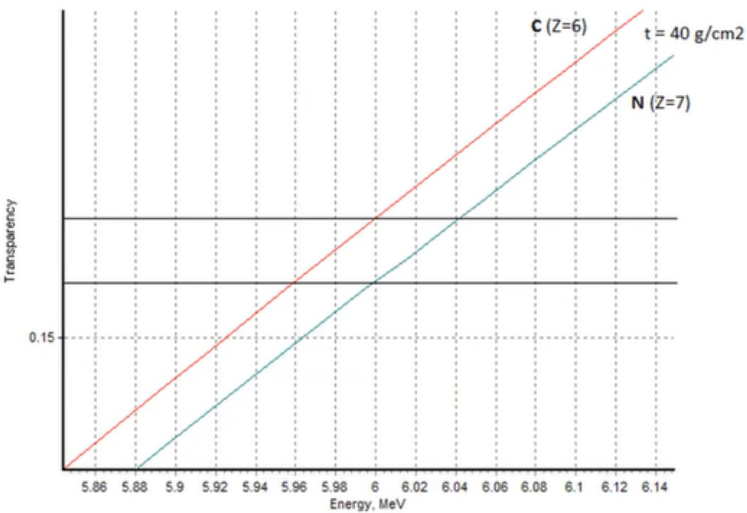


Material differentiation of up to 4 groups



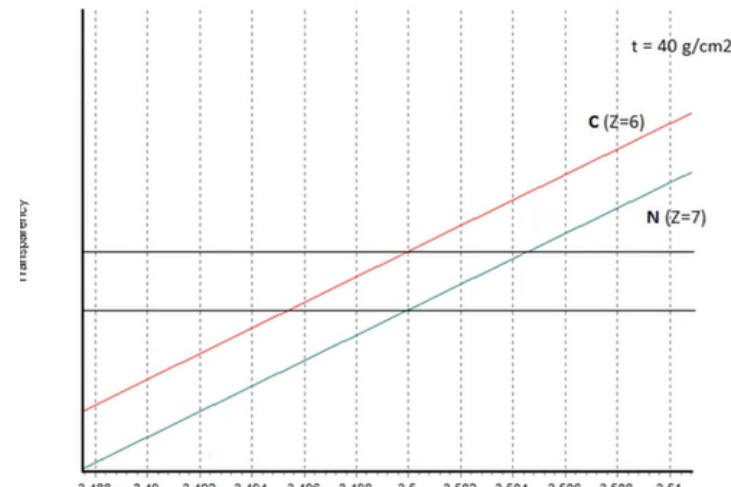
- **red** - organic materials with low atomic numbers ($1 < Z < 10$): sugar, water, polyethylene, textile, etc.
- **green** - materials with medium atomic numbers ($10 < Z < 20$): salt, minerals, aluminium, etc.
- **blue** - metals with medium to high atomic numbers ($20 < Z < 50$): steel, copper, nickel, etc.
- **lilac** - heavy metals with high atomic numbers ($Z > 50$): gold, lead, tungsten, etc.

Requirements to x-ray beam stability (high energy)



Effective boundary of high and low energy to provide the accuracy of materials discrimination of ± 1 for the group of materials of interest to detect explosives (carbon and nitrogen with atomic numbers of 6 and 7 respectively and mass thickness 40 g/cm^2)

Requirements to x-ray beam stability (low energy)



The accuracy of material discrimination of ± 1 impose high requirements to the stability and quality of generated x-ray beam, which can be obtained using klystron linear accelerators together with an advanced frequency control.

WEP046 5 high-dutyモジュレータ



high-dutyのモジュレータの一例として、スカンジノバが担当したシステムの概要につき紹介する。

[構成] モジュレータ：K400

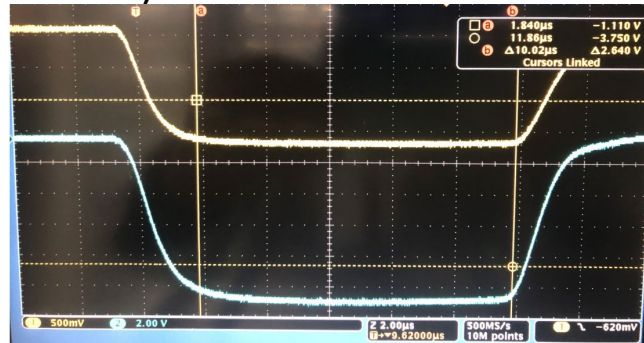
RF系：方向性結合器、RF発振器、RFドライバ、他

[主な仕様]

パルス出力	モジュレータピーク出力	MW	15.8
	モジュレータ平均出力	kW	163.9
	ビーム電圧/電流 1	Kv/ A	150/105
	繰返し周波数	Hz	770
	RF パルス幅 (top)	μs	12.0

[主な改良内容]

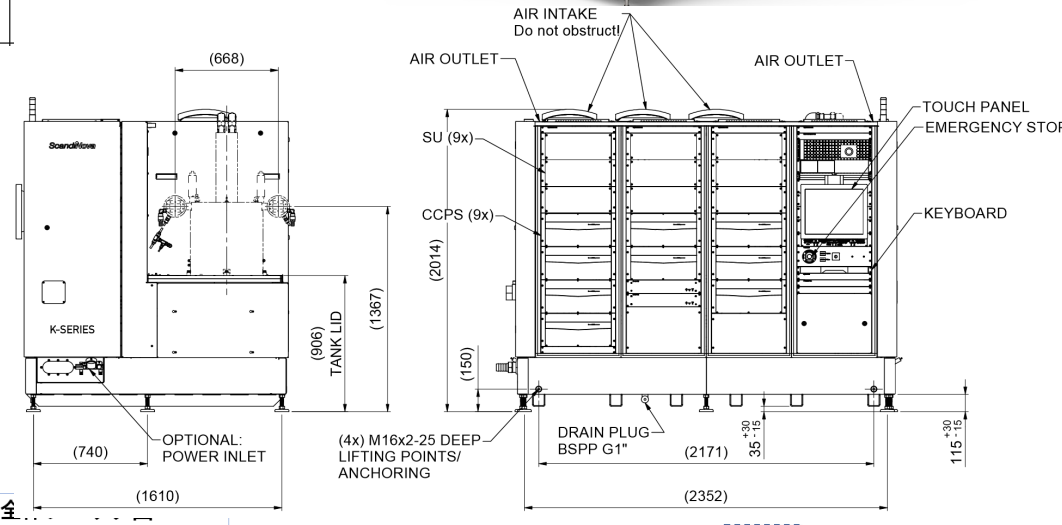
- 1) パルストランスの飽和防止対策
- 2) IGBTのバックスパイク対策



パルス波形



方向性結合器(KTP製)



6. 纏め

スカンジノバの民生展開に関して紹介した。世界出荷累計では、1650台のモジュレータとなり142の顧客向け46か国(2021年5月時点)の実績を誇る。

