

Spectrum

AWGとデジタルの紹介

量子センサの研究に最適

高速
~10 GS/s

高分解能
~16ビット

高信頼性
5年保証

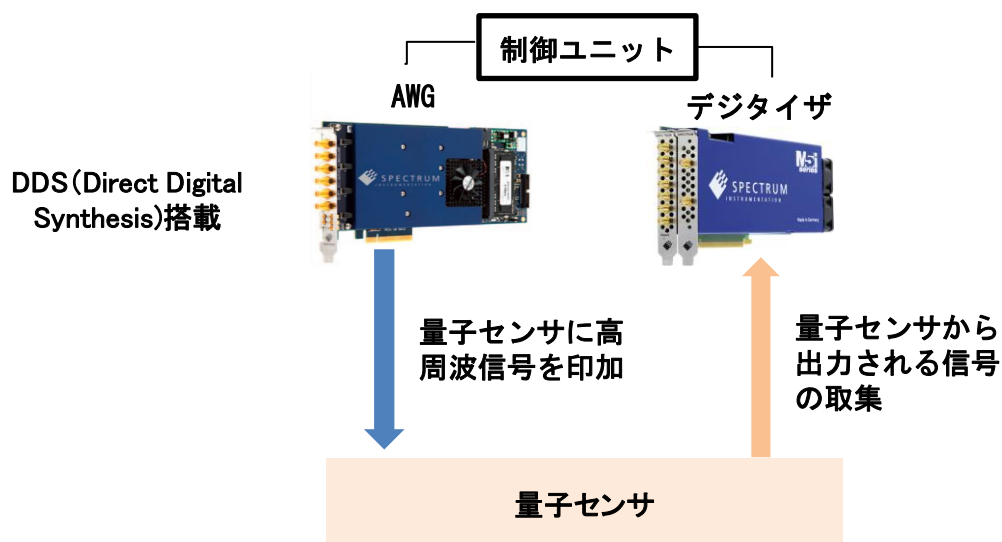


SPECTRUM社の任意波形発生器（AWG）とデジタイザは、量子センサ（固体量子センサ、量子スピントロニクスセンサ、量子慣性センサ、量子もつれ光センサ、光格子時計等）分野の研究に貢献できると考えております。

- ・ SPECTRUM社のAWGは、量子センサ研究において有効な信号発生器として用いる事ができ、DDS（Direct Digital Synthesis）機能を用いることにより、簡単なコマンドで高速に必要な各種量子操作を実施することができます。

また、SPECTRUM社のデジタイザを用いて、量子センサから出力される信号を高速かつ連続的に収集できます。

- ・ SPECTRUM社のAWGとデジタイザは、コンパクトであり、多様な機能を有しているために、基礎研究段階だけでなく、大規模なシステム構築が必要な開発段階においても活用できます。



AWGとデジタイザの量子センサにおける使用方法

AWGに追加されたDDS (Direct Digital Synthesis) 機能について

<https://youtu.be/PoT0cReolRE>

DDS機能とは、単一の固定周波数基準クロックから任意の周期波形を生成する方法で、高速に周波数を切り替えたり微調整する必要がある信号生成アプリケーションに有用です。

図1に示すように、SPECTRUM社のAWGに実装されたDDS機能は、複数の「DDSコア」を持ち、これによってマルチキャリアやマルチトーンなどの波形出力を可能にします。各DDSコアの位相と周波数の設定は、メモリのルックアップテーブル(LUT)に、必要なコアとその位置を記述することにより決定されます。また、振幅値、スロープなども設定可能です。

図2は、SPECTRUM社のAWG M4i.66xxシリーズのDDSコアとその連結部の構成を示しています。これらの23個のコアは、マルチプレクサにより結合されており、特定のチャンネルに割り振られます。すべてのコアは、論理ORによって結合されます。最大20個の正弦波を生成できます。

高速DMAモードでは、整形されたスロープや変調された正弦波信号のような、より高度な周波数の変更をDDSコマンドシーケンスを使用して行うことができます (DDSコマンド処理 1,000万回/sec)。このDDS機能を用いると、量子センサにおいて、簡単なコマンドで高速に、物理量を測定するために必要な各種量子操作を実施することができます。

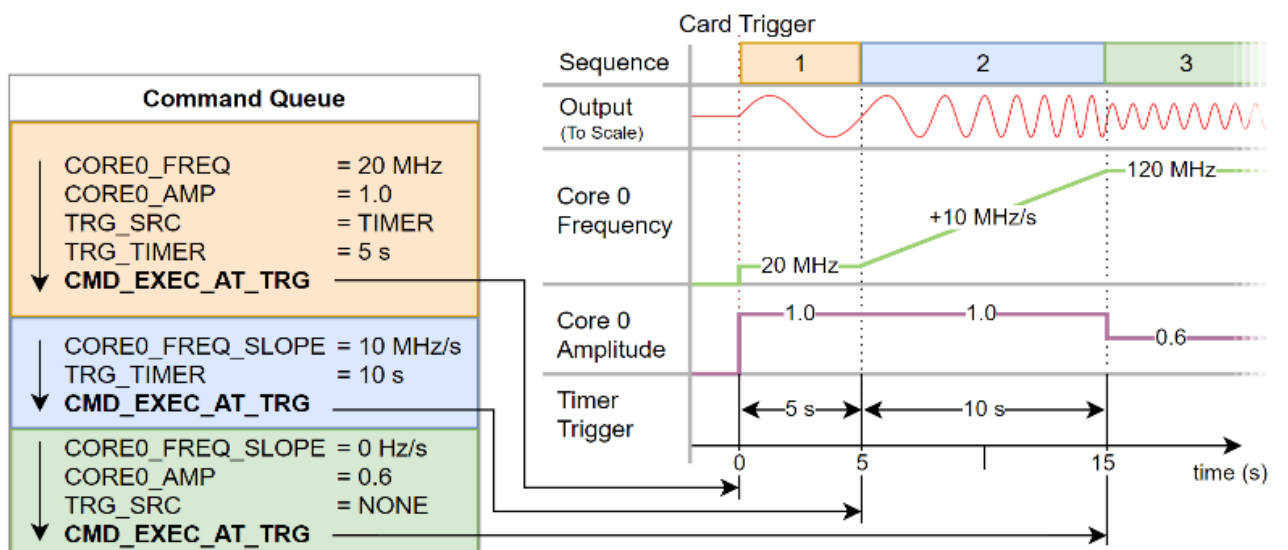


図1 簡単なコマンドによる周波数等の変更

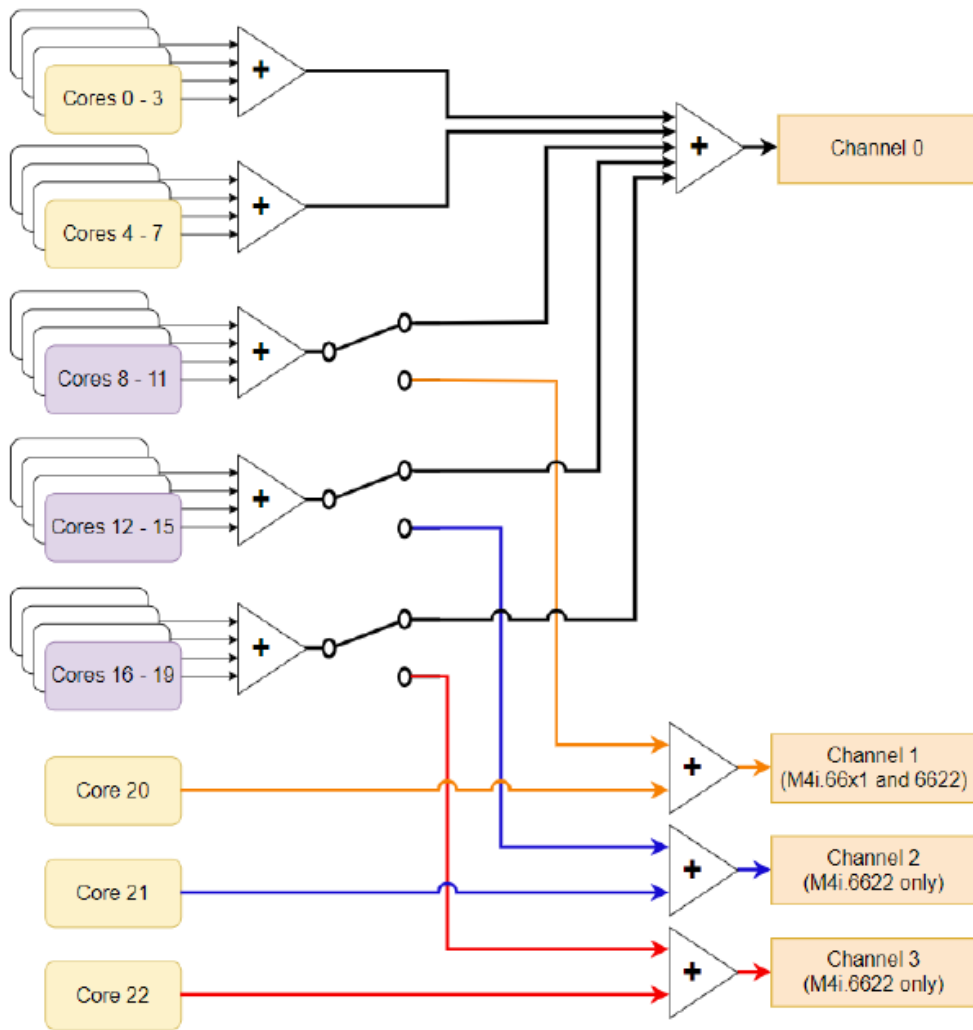


図2 M4i.66シリーズのAWGにおけるDDSオプションのブロック図
(DDSコアと連結部の構成)

おすすめのAWG

M4i. 66xx-x8シリーズ

用途: 量子操作をするために必要な制御信号発生器



インターフェース : PCIe Gen2 x8
分解能 : 16ビット
出力チャンネル数 : 1, 2, 4
サンプリングレート : 625 MS/s, 1.25 GS/s
帯域 : 200 MHz, 400 MHz, 600 MHz (オプション)
メモリ : 2 GSamples
PCへのデータ転送速度 : 3.2 GB/s

M4x. 66xx-x4シリーズ

用途: 量子操作をするために必要な制御信号発生器



インターフェース : PXIe
分解能 : 16ビット
出力チャンネル数 : 1, 2, 4
サンプリングレート : 625 MS/s, 1.25 GS/s
帯域 : 200 MHz, 400 MHz, 600 MHz (オプション)
メモリ : 2 GSamples
PCへのデータ転送速度 : 1.4GB/s

DN2. 66xx-xx, DN6. 66xx-xx (NETBOX 多チャンネルタイプ)

用途: 量子操作をするために必要な制御信号発生器

generator **NETBOX**



DN2

DN6



インターフェース : LXI
分解能 : 16ビット
出力チャンネル数 : 2~24
サンプリングレート : 625 MS/s, 1.25 GS/s
帯域 : 200 MHz, 400 MHz,
600 MHz (オプション)

おすすめのデジタイザ

M5i. 33xx-x16シリーズ

用途: 超高速、高分解能が必要な量子センサの出力信号の収集



インターフェース : PCIe Gen3 x16
分解能 : 12ビット
入力チャンネル数 : 1, 2
サンプリングレート : 3.2 GS/s, 5.0 GS/s,
6.4 GS/s, 10.0 GS/s
帯域 : 1.0 GHz, 2.0 GHz, 3.0 GHz, 4.7 GHz
メモリ : 2 GSamples 最大8 GSamples
PCへデータ転送速度 : 12.8 GB/s

M4i. 44xx-x8シリーズ

用途: 高速、高分解能が必要な量子センサの出力信号の収集



インターフェース : PCIe Gen2 x8
分解能 : 14ビット, 16ビット
入力チャンネル数 : 2, 4
サンプリングレート : 250 MS/s, 500 MS/s
帯域 : 125 MHz, 250 MHz
メモリ : 2 GSamples
PCへのデータ転送速度 : 3.2 GB/s

M4x. 44xx-x4シリーズ

用途: 高速、高分解能が必要な量子センサの出力信号の収集



インターフェース : PXIe
分解能 : 14ビット, 16ビット
入力チャンネル数 : 2, 4
サンプリングレート : 250 MS/s, 500 MS/s
帯域 : 125 MHz, 250 MHz
メモリ : 2 GSamples
PCへのデータ転送速度 : 1.7 GB/s

おすすめのデジタイザ

DN2. 44xx-xx, DN6. 44xx-xx (NETBOX 多チャンネルタイプ)

用途: 超高速、高分解能が必要な量子センサの出力信号の収集

digitizer**NETBOX**



DN2



DN6

インターフェース : LXI
分解能 : 14ビット, 16ビット
入力チャンネル数 : 2から24
サンプリングレート : 250 MS/s, 500 MS/s
帯域 : 125 MHz, 250 MHz

量子センサ 分野での採用実績

研究・開発機関	Model	量子センサの種類	使われ方
欧州研究機関	DN2. 663-04	固体量子センサ (ダイヤモンドNVセンター)	各種量子操作をするための制御信号を生成 (量子センサ分野への適用例①参照)
欧州研究機関	DN2. 663-04	固体量子センサ (ダイヤモンドNVセンター)	各種アナログおよびデジタル制御信号を生成 (量子センサ分野への適用例②参照)
アジア研究機関	M4i. 4450-x8	固体量子センサ (ダイヤモンドNVセンター)	トランジエントレコーダとして使用 (量子センサ分野への適用例③参照)

詳しくは、SPECTRUMホームページを参照

https://spectrum-instrumentation.com/applications/application_areas/quantum_computing.php

量子センサ分野への適用例

①SPECTRUM社のAWG採用の例 (Stuttgart大学)

- ドイツのStuttgart大学では、ダイヤモンドNVセンターを利用した原子サイズの磁気センサの研究を行っている。この磁気センサは、NVのスピンの局所磁場との相互作用を検出し、強度と周波数の両方を検出できるため、実質的にナノスケールの核磁気共鳴 (NMR) デバイスである。例えば、このデバイスを用いるとハードディスクドライブの小さな読み取り/書き込みヘッドの磁場強度を測定することにより、それらを特性評価をすることができる。ナノスケールNMR機能は、通常サイズのNMRとは異なり、単一のタンパク質または薄膜の構造分析にも応用できる。

図1に示す実験システム内で用いるレーザやマイクロ波を制御するための信号源として、DN2. 663-04が用いられている。



図1 実験システムの心臓部



出典

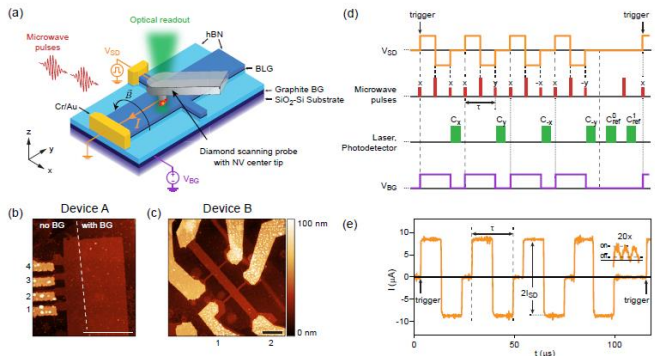
DN2. 663-04

https://spectrum-instrumentation.com/dl/cs_awg_atomicexperiments.pdf

量子センサ分野への適用例

②SPECTRUM社のAWGの例（スイス連邦工科大学） -走査型ダイヤモンド磁気測定器を用いた二層グラフェンの電流の画像化-

■ 連邦工科大学では、室温での二層グラフェンの2次元電流分布の高感度磁気イメージングの研究を行っている。ソースドレイン電流の動的変調とダイヤモンドセンサを組み合わせ、それぞれ4.6 nTと20 nA/μmという優れた感度で磁場と電流密度のマップを取得している。この電流密度マップにより、電流の流れパターンの局所的な変化と、バックゲート電位による電流の流れの全体的な調整機能があることを明らかにしている。2次元の材料と導体におけるナノスケールの輸送の微妙な特徴を画像化できる可能性を実証している。図1に示す実験システムにおいて、必要なすべてのアナログおよびデジタル制御信号を生成するための信号源として、DN2. 663-04が用いられている。



DN2. 663-04

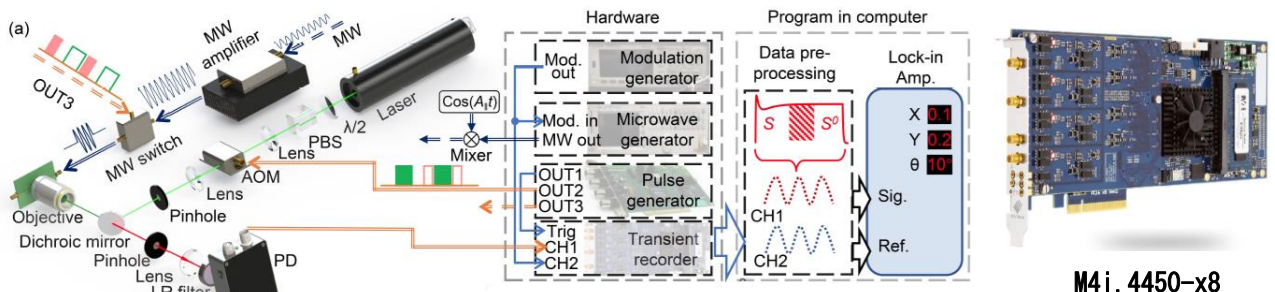
出典

<https://arxiv.org/pdf/2201.06934>

図1 実験システムの構成

③SPECTRUM社のデジタイザの例（北京航空航天大学） -ダイヤモンドNVセンタ磁気測定のためのパルスロックイン法-

■ 中国の北京航空航天大学では、ダイヤモンドNVセンターを用いた磁気測定方法の研究を行っている。ロックイン検出方式とパルス型方式の利点を組み合わせた方式を提案している。提案方式の最適条件、最適感度、ノイズ抑制能力を、従来の方法と理論的およびシミュレーション的観点から比較している。提案している方式により、感度が4倍、最小分解磁場（MRMF）が60倍向上し、共提案方式は、3 nT·Hz^{-1/2}の感度と100 pTのMRMFを実現している。図1に示す実験システム内のトランジエントレコーダとして、SPECTRUM社のM4i. 4450-x8が用いられている。



M4i. 4450-x8

出典

<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/2101/2101.01986.pdf>

図1 実験システムの構成

ご依頼先

IMT Intelligent
Measurement
Technology

株式会社エレクトロニカIMT事業部
〒252-0233
神奈川県相模原市中央区鹿沼台2-11-1-504
Tel, FAX 050-3498-9423
<https://www.imt-elk.com/>
<https://spectrum-instrumentation.com/en>



Spectrum Instrumentation GmbH
Ahrensfelder Weg 13-17 | 22927 Grosshansdorf | Germany
Phone +49 (0)4102-69 56-0 | Fax +49 (0)4102-69 56-66
info@spec.de