**Metrology**

## 流程：

1. 使用N个比特，在各自的工作点，对所有比特施加门
2. 再将所有比特调节到同一个频率上，定义新的x’，y’，理论上等待时间t=，就会生成GHZ态:

，其中

实际上相位为，

1. 将各个比特的频率从调节到各自的工作点，每个比特积累额外的相位，定义新的x’’，y’’轴，对每个比特施加，构成，这就是我们想要的的GHZ态
2. 将比特频率调到某个位置(待确定)，加一个外部电流，历时为t，改变比特频率，使得多加一个相位 = ，则状态为：
3. 将比特频率调回工作点，分别进行状态在X和Y轴上投影，可以得到tr()和tr()，这样就可以构成state tomo中非对角最远的两项，从而得出，不断改变时长t，斜率即为 = ，这样就可以测出外加电流，利用这种方式测电流，得到使用N个比特时，测量电流的分辨率。
4. 改变比特数N，得到不同N下的分辨率，应该随着变化，符合量子精密测量特征(N上指数至少小于-1/2)。

1-3步为GHZ态的生成

4-5步是对I的测量和对I分辨率的测量

6步是对量子精密测量的验证（N上指数至少小于-1/2）

与之前的10比特实验相比，多了

* 外加磁场过程（比特频率应在哪个位置时，施加电流）
* 在工作点施加，完成在XX…X上和YY…Y上的投影

这样看来，这个实验中不同频率下比特操作与十比特实验几乎相同，所以选用相同的原则进行十二比特频率排布

下面对这个实验流程进行改进

## 流程改进：

之前的流程中，在生成后，需要在各个比特的工作点施加，构成，然后加电流（global磁场），改变比特频率，通过测量的变化，完成对电流的量子精密测量。

现在改进方法，不需要加电流（global磁场），在之前结构的片子上就可以完成实验。

**原理：**

在qubit上施加共振微波，进行旋转坐标系变换后，  ， 其中= ， = ， 这个Hamilton量就表示在这个旋转坐标系下，态矢绕着X轴旋转，相当于 ， 相当于。这样可以直接加相位在上。

**流程：**

1. 使用N个比特，在各自的工作点，对所有比特施加门
2. 再将所有比特调节到同一个频率上，定义新的x’，y’，理论上等待时间t=，就会生成GHZ态:

，其中

实际上相位为，

1. 将各个比特的频率从调节到各自的工作点，每个比特积累额外的相位，定义新的x’’，y’’轴。
2. 在各自比特的工作点施加共振微波，强度为，相位为（或x’’，y’’轴下相位为0），经过时间t后，使得上多加一个相位，则状态为：
3. 施加门，，分别进行状态在X和Y轴上投影，可以得到tr()和tr()，这样就可以构成state tomo中非对角最远的两项，从而得出，不断改变时长t，斜率即为驱动强度和，这样就可以测出驱动强度和，利用这种方式测电流，得到使用N个比特时，测量驱动微波强度的分辨率。
4. 改变比特数N，得到不同N下的分辨率，应该随着变化，符合量子精密测量特征(N上指数至少小于-1/2)。

1-3步为GHZ态的生成

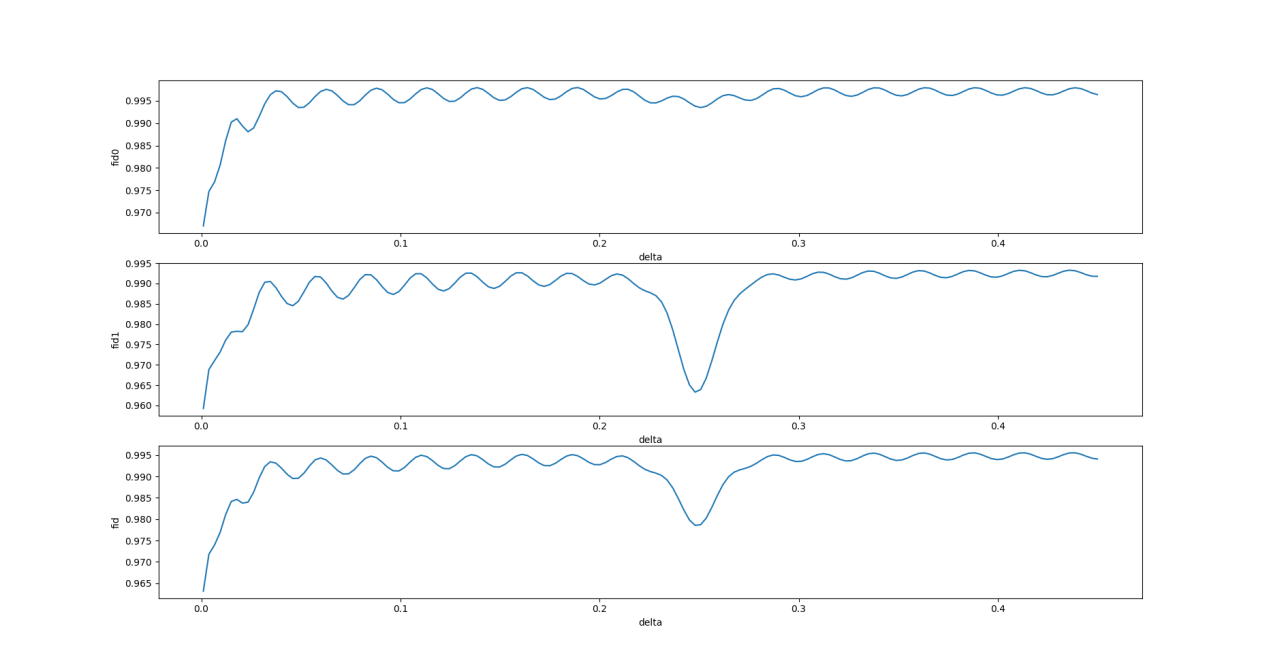
4-5步是对的测量和对分辨率的测量

6步是对量子精密测量的验证（N上指数至少小于-1/2）

由于不需要施加global磁场，所以可以直接利用之前10比特腔耦合的芯片参数和设计图，也可以利用下面我设计的12比特参数。

## 比特频率排布

设定一个比特频率为5.605GHz，另一个比特频率为(5.605-delta)GHz，耦合强度19.9M，分别在00,11初态施加40ns的门，得到两个保真度fid0，fid1，及其平均值fid对delta的关系图：



由图可以得到，为保证平均保真度基本大于0.99，delta在[0,30M]，[220M，280M]为禁带。最终选择在5.605GHz附近，delta为50M，当比特频率减小时，酌情缩小delta，以减小整体频率跨度。

最终得到比特工作点频率如下表：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q5 | Q6 |
| (GHz) | 5.855 | | | | | |
| (GHz) | 5.655 | | | | | |
| (GHz) | 5.605 | 5.560 | 5.515 | 5.470 | 5.425 | 5.135 |
| (MHz) | 19 | | | | | |
|  | -250 | | | | | |
| (GHz) | 6.826 | 6.789 | 6.754 | 6.724 | 6.688 | 6.655 |
| (MHz) | 37 | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Q7 | Q8 | Q9 | Q10 | Q11 | Q12 |
| (GHz) | 5.855 | | | | | |
| (GHz) | 5.655 | | | | | |
| (GHz) | 5.095 | 5.060 | 5.025 | 4.990 | 4.955 | 4.920 |
| (MHz) | 19 | | | | | |
|  | -250 | | | | | |
| (GHz) | 6.616 | 6.582 | 6.543 | 6.503 | 6.469 | 6.430 |
| (MHz) | 37 | | | | | |

中心腔频：

上表中：，，是工作点频率，是比特与中心腔耦合强度，是非简谐性，是读取腔频率，是读取腔与比特耦合强度

比特与中心腔的耦合强度尽可能要做得相等，否则会对GHZ态的保真度有影响。

## 外加电流时比特频率

没有得到较好符合实验的T2随频率变化的模型，这个问题暂时搁置。