

PHILIPS

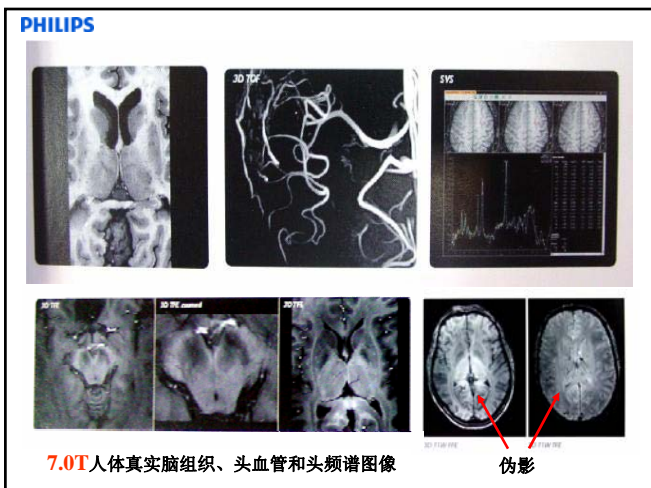
射频发射系统的历史发展

磁共振系统中射频系统作为磁共振信号的激励和采集系统，对磁共振技术发展至关重要，是**图像质量提高**的关键系统

PHILIPS

磁共振图像质量提高众多因素，磁场强度最为直观，提高场强可提高图像的信噪比
0.15T—1.5T—3.0T—7.0T.....

尽管理论上信噪比成倍提高，实际上受到射频系统约束，高场强磁共振并不能很好匹配射频系统。



PHILIPS

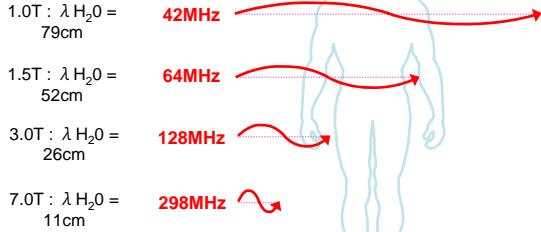
从三个阶段看发展变化过程：

第一阶段（1985-1989年）
 磁场强度从**0.15T—1.5T**
 射频系统采用**线性系统**
 出现问题：采集显示野（FOV）从**20-30-50厘米**
 信号不均匀性显著增加

为什么？

射频发射电磁波基础

为什么越高的场强射频穿透能力越差?

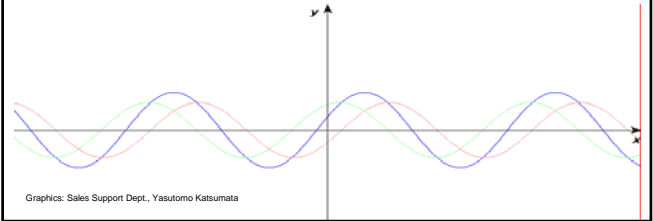


Reference : Schick, F. Euro Radiol 2005

Graphics: Sales Support Dept., Yasutomo Katsumata

射频发射电磁波基础

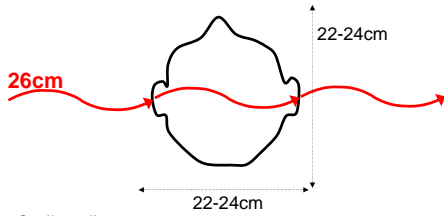
红色为发射波
 绿色为反射波
 蓝色为叠加波



Graphics: Sales Support Dept., Yasutomo Katsumata

射频发射电磁波基础

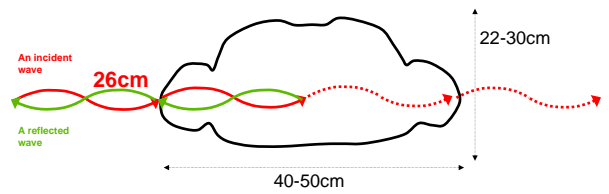
以头颅为例, 无驻波问题



Graphics: Sales Support Dept., Yasutomo Katsumata

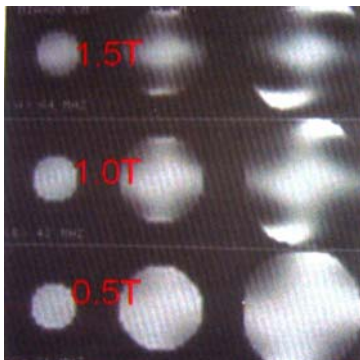
射频发射电磁波基础

体部应用情况下, 波长小于人体左右径, 产生驻波

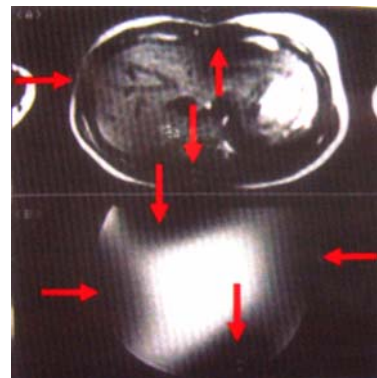


Graphics: Sales Support Dept., Yasutomo Katsumata

20厘米 35厘米 50厘米



线性发射系统1.5T 50厘米成像视野明显信号不均匀



腹部成像信号不均匀伪影

解决方案:

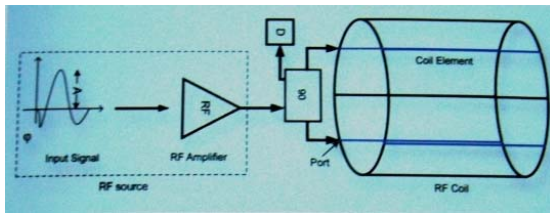
一种全新的射频架构产生即**正交发射接收系统**

特点:

单个发射源给出信号分配到**两个独立的发射线圈组**

目前多为**单射频源**技术即**正交发射模式**。在发射线圈中提供两组线圈单元，其相位差为**90度**，即称为**正交发射线圈**。工作状态为：一个射频源输入射频信号，经射频功率放大器进行放大，然后通过相位电路将射频电流分为相差为**90度**的两路电流，分别供应给正交发射线圈的两组单元，两路电流的功率、波形完全相同。有人将这种工作模式称为“多通道发射”。

单射频源发射

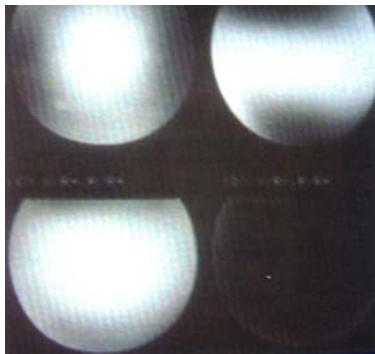


单发射源的射频发射架构，射频的相位差、幅度、功率、波形均固定不变射频管理。

独立的发射线圈组射频信号**相位差**正好为**90度**（两个独立发射单元所产生的信号场相差**90度**，其低信号区域也差**90度**，两者叠加的结果就是完整而均匀的信号场）。

结果:

- 高场强、大视野信号均匀，线性系统产生的伪影消除
- 射频发射能量下降
- 热效应大大下降



正交发射系统

第二阶段（1989-2006年）

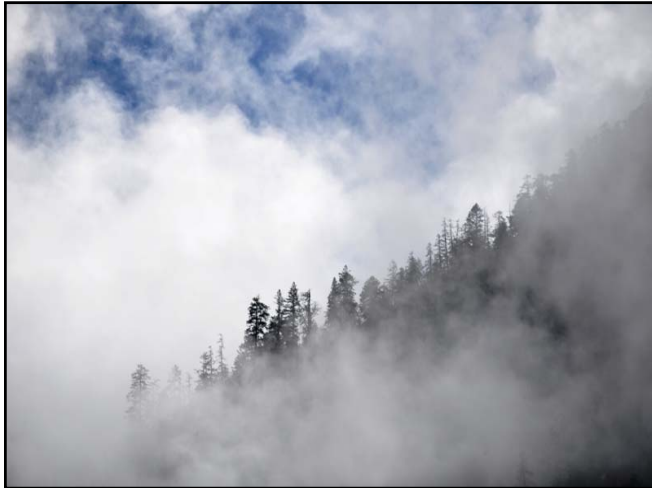
磁场强度从**1.5T—3.0T**

射频系统采用**正交发射系统**

出现新问题:

3.0T高信噪比优势受到很大制约，如:

- 射频场**不均匀性**带来**伪影**难以克服
- 热效应（SAR值）明显增加**，安全性风险增大
- 射频系统不能很好和主磁场相匹配，（头体扫描相差很大）



PHILIPS

3.0T面临的技术挑战

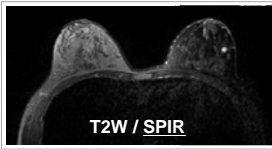
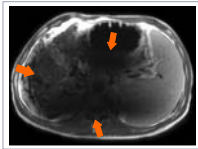
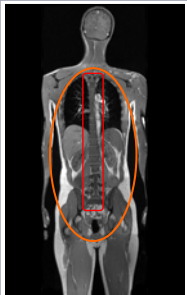
抗电效应

SAR 问题

PHILIPS

3T 面临的技术挑战 抗电阴影& SAR

- 在Neuro 和 MSK的应用上
 - 3T没有大的技术问题, 临床应用很快成熟
- 局部SAR 限制了Spine 的扫描速度
- Liver 和 Breast 抗电阴影问题严重
 - 图像不均匀, 影响诊断



PHILIPS

解决方案:

优化射频管理方案的与高场强匹配的射频系统

最终目的:

使射频场更均匀

SAR值更低

Investigational Device

PHILIPS

单射频源发射问题的解决

一、“抗电效应”伪影 (电解质伪影)

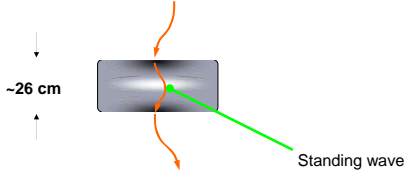
3.0T射频发射主频率127.6MHz, 波长为26cm

人体头颅范围22-24cm

体部范围40-50cm

3.0T射频波不能完全穿过, 在体内产生驻波现象。

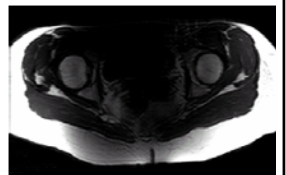
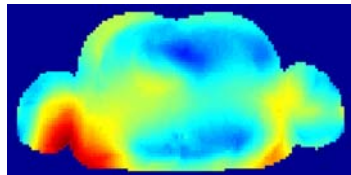
信号不均匀反映在图像上明显图像不均匀。



Investigational Device

PHILIPS

Dielectric Effect:抗电效应

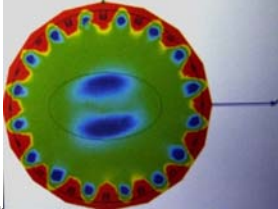
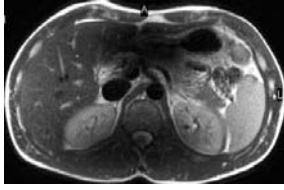
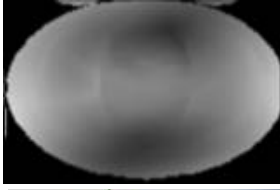


体部组织中, 由于形状、组织成份、磁敏感性的不同会导致局部组织射频能量的不同

24

仿真图出现两个低信号区

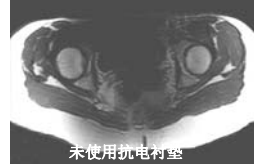
人体成像图相应区域阴影



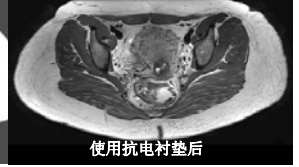
使用发射线圈和模拟人体组成的电磁仿真系统预计出现两个低B1区域

单射频源发射几种补偿方法

- 1.多元接收线圈补偿发射线圈的不均匀性
- 2.基于并行采集的图像均匀性校正
- 3.使用抗电衬垫(水电介质垫)改善B1不均匀性
- 4.一定程度偏离正交驱动(椭圆驱动)使人体内B1场的不均匀性得到改善



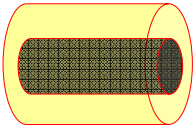
未使用抗电衬垫



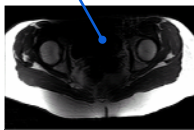
使用抗电衬垫后

补偿抗电效应的常规技术：水电介质袋

常规长体线圈设计

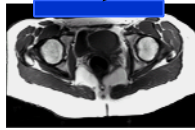


抗电效应



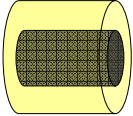
无水袋

水袋



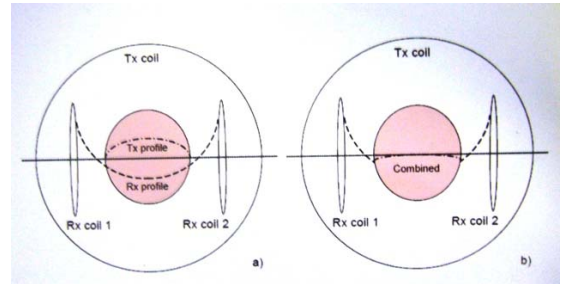
用水袋 (3.5 kg / 7.7 lbs)

短体线圈设计



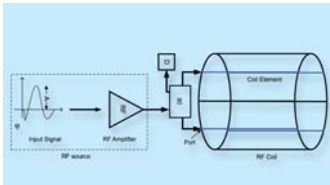
无需水袋！

多通道线圈

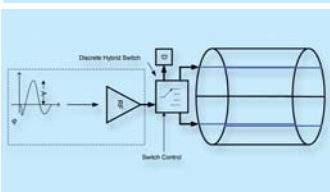


发射线圈和多元接收线圈的灵敏度分布相互补偿得到均匀图像信号

补偿抗电效应的常规技术：正交或椭圆驱动



常规的正交驱动(90度相位差), 单射频源



非正交驱动(椭圆驱动) 只可能采用固定的(平均)设置, 单射频源, 使人体内B1场的不均匀性得到改善

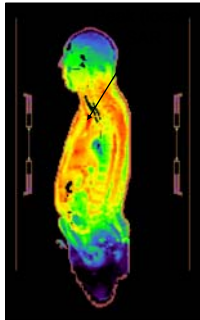
二. 引起SAR值分布的不均匀

特殊射频吸收率

SAR, Specific Absorption Rate) 用于度量人体对射频功率的吸收状况。**SAR**一般表达为人体单位体重所吸收的功率, 单位为W/Kg

SAR值有**平均SAR**值和**局部SAR**值。在3.0T下, 当平均SAR值远低于**4W/Kg**的全身安全值时, 局部SAR值可能已远超出安全阈值了。

SAR:特殊吸收率



SAR

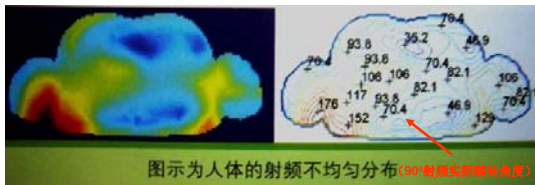


你知道3T的SAR值是1.5T的4倍吗?

当扫描中SAR接近安全限值时,会出现以下情况:

- 机器自动保护停止扫描;
- 为继续扫描减少扫描层数;
- 强制使用较长TR;
- 降低序列中射频脉冲的角度;
- 约束快速自旋回波序列的使用;

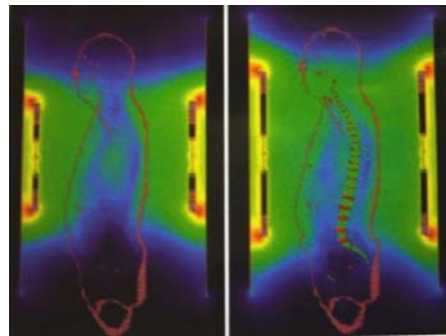
等待.....



图示为人体的射频不均匀分布(1.5T-射频线圈翻转角)

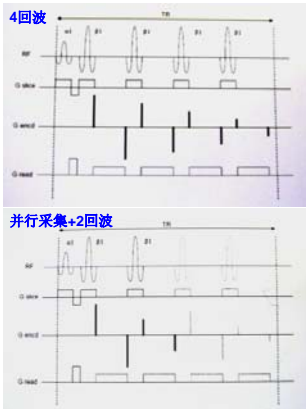
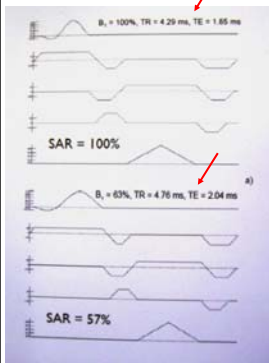
常规降低SAR值的几种方法:

- 1.优化发射线圈设计 (用短线圈射频发射效率提高, SAR值下降50%)
- 2.减小B1射频幅度 (增加TR、TE参数相对减少射流量)
- 3.快速自旋回波序列中改变翻转角 (长回波链降低重聚脉冲角)
- 4.采用并行采集技术减低SAR (减少连续射频脉冲数)
- 5.匀场和脂肪移植技术



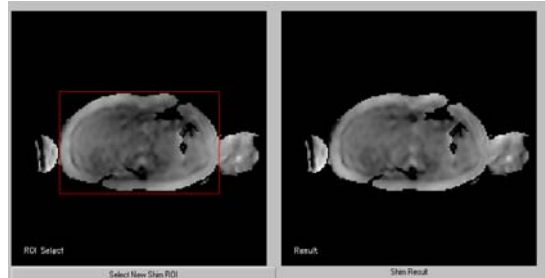
长线圈的平均SAR和局部SAR比短线圈高50%以上

减少射流量



并行采集技术减少连续射频脉冲数

Shim Tool - 完成Shimming



B1 Map

B1 Shimming

第三阶段（2008-至今）

磁场强度从3.0T—7.0T

2008年推出**多源射频系统**

超高场磁共振成像技术重大革命，带给磁共振质的飞跃



单源射频与多源射频不同点：

单源正交发射两个单元相位差是固定的，两者功率、波形不能自由调整，目前改进有一定的局限性。

多源发射技术可以从多个相位给与射频激励、其相位差可以是任意角度，每个独立的射频发射源可独立调整参数，根据患者实际情况智能化调整各自的发射功率和波形，有效解决3T固有的抗电效应和SAR值问题，扫描速度更快，图像质量更佳。

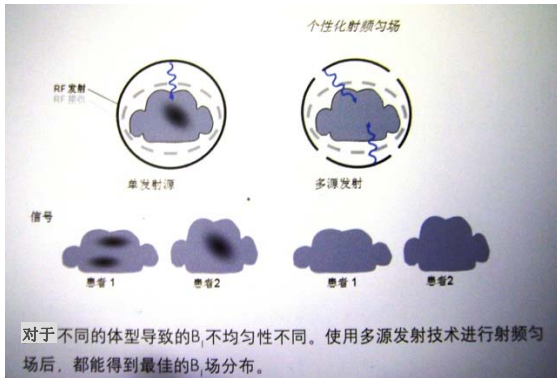
多源发射射频技术

(MultiTransmit RF technology)

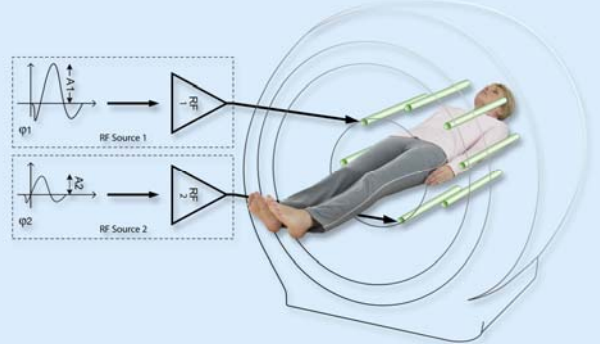
多源发射 (MultiTransmit) 使用多个射频发射/接收链及并行线圈单元，可以极大的提高高场磁共振中射频的均一性。

为什么要用多源发射技术？

多源发射系统能实施针对每个病人的个性化RF匀场

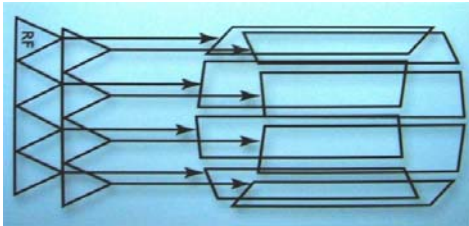


多源发射技术**两个**发射源的射频发射架构，独立的发射源发射的参量，根据射频匀场要求自由调节，实现个体差异的射频管理。



根据**每个病人**的情况决定各个源的设置即RF匀场,可以得到更均匀的B₁场。

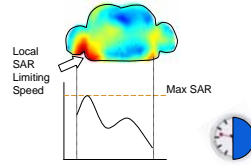
多源发射源阵列线圈 (8个)



射频放大器	可将低能量的射频信号转换为高能量信号
射频源	独立的输入射频信号和射频放大器一起构成射频源。
射频通道	射频线圈的接入端口数目。注：通道数目可能大于射频源个数 (图6)。
线圈单元	可将电流转换为电磁场的电导体。
射频线圈	线圈单元排列后形成射频线圈，可产生B ₁ 场。
端口	射频激励接入射频线圈的接入点。
自由度	为了描述/控制所有系统响应所需要独立参数的个数。

多源发射
真正个体差异的射频匀场

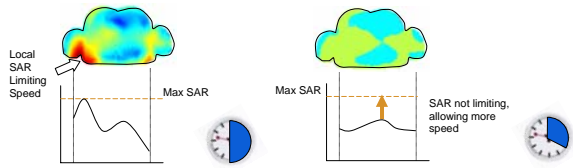
- 单射频系统: 固定的射频管理
- 局部高 SAR 值 将限制3T 更快速扫描
 - 请看单射频发射实例:



单射频发射

多源发射
真正基于个性差异的射频匀场

MultiTransmit: Patient-adaptive RF Management:
射频的设置是根据不同患者进行优化设定的
局部 SAR 依不同患者优化, 可以速度更快



单射频发射

多源发射

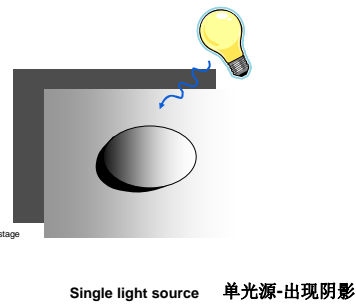
多源发射提供更快的速度

多源射频如何工作? (多源发射技术和光照的类比)

Light analogy

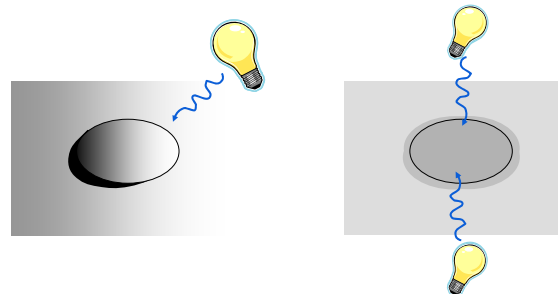


Directly to MR



Unwanted shading (analogy: dielectric shading at 3.0T)

多源发射技术和光照的类比

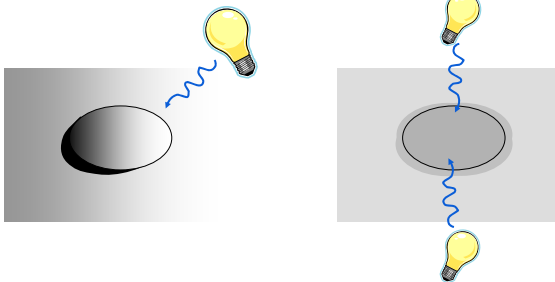


单光源

多光源

多光源解决了阴影问题

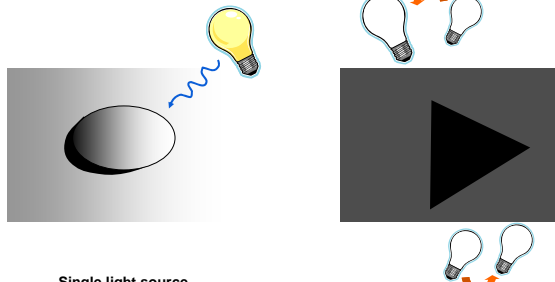
多源发射技术和光照的类比



单光源

多光源

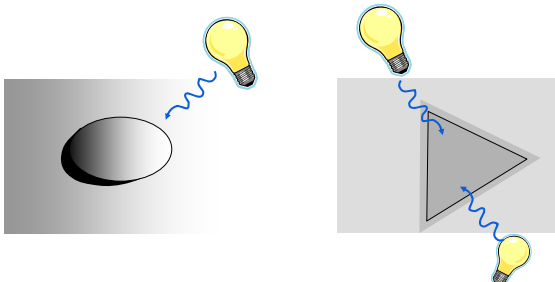
多光源解决了阴影问题



Single light source

Multiple light sources

Adapt light (angle, power) for different shape object



Single light source

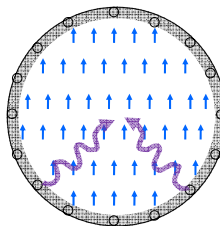
Multiple light sources

Adapt light - shading addressed for different shape object

单源发射体线圈

标准鸟笼线圈

$$\vec{B} = \mu \vec{H}$$

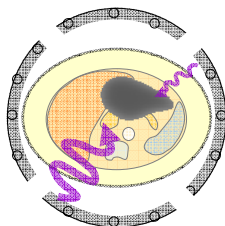
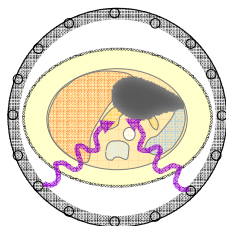


单源/多源发射体线圈

标准鸟笼线圈

多源发射鸟笼线圈

基于个体差异的 RF 匀场: 相位
幅度
波形

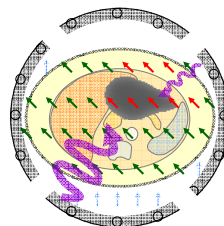
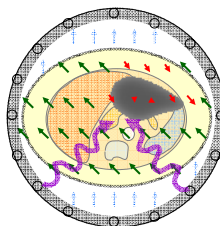


单源/多源发射体线圈

标准鸟笼线圈

多源发射鸟笼线圈

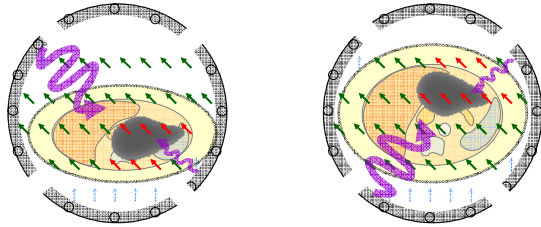
基于个体差异的 RF 匀场: 相位
幅度
波形



PHILIPS

基于个体差异的RF匀场 (Patient-Adaptive RF Management)

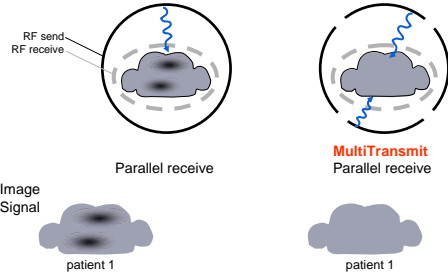
基于个体差异的 RF匀场 **相位
幅度
波形**



PHILIPS

The power, amplitude, phase and waveform of all RF sources are automatically adjusted for optimal uniformity in each patient's unique anatomy

Patient 1



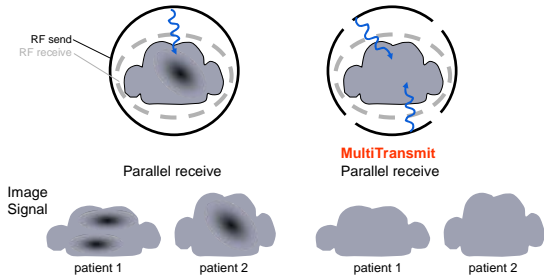
MultiTransmit provides **better signal uniformity**

Investigational Device

PHILIPS

The power, amplitude, phase and waveform of all RF sources are automatically adjusted for optimal uniformity in each patient's unique anatomy

Patient 2

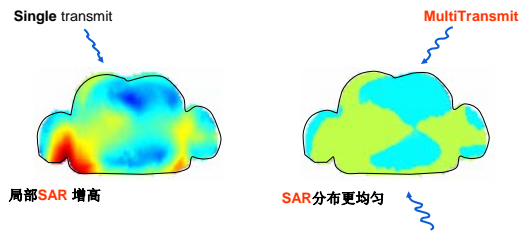


MultiTransmit provides **better consistency**

Investigational Device

PHILIPS

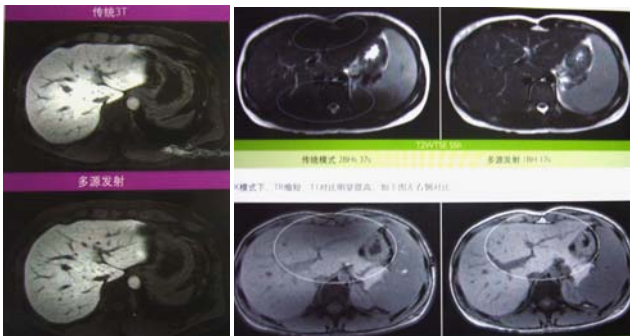
多源发射技术从根本上解决3.0T SAR的问题



多源发射技术进行个性化匀场后,有效改善人体高局部SAR值导致的热点产生。
一般全身平均SAR降低20%,局部SAR降低50%以上。

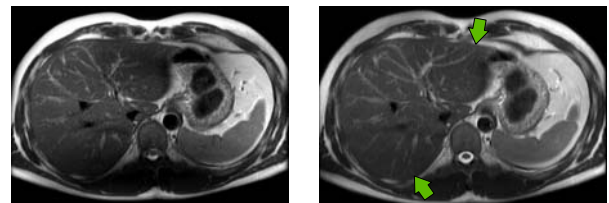
Investigational Device

PHILIPS



Investigational Device

PHILIPS



Conventional

MultiTransmit

T2W TSE Ssh, 1.2 x 1.4 x 7mm, 25 slices, 14 sec

Investigational Device

PHILIPS

常规扫描可见抗电伪影

多源发射技术扫描图像均匀

Investigational Device

PHILIPS

常规扫描可见抗电伪影

Conventional
(well known shading from fluids)
腹水影响

MultiTransmit

Enhanced uniformity:
From undiagnostic
to diagnostic

T2W TSE Ssh, 1.2 x 1.4 x 7mm, 25 slices, 14 sec

Investigational Device

PHILIPS

T1w T2w T1w T2w

3 min 14 4 min 25 2 min 12 2 min 23

40% 减少扫描时间

Conventional
7 min 39

MultiTransmit
4 min 35

Investigational Device

PHILIPS

Achieva 3.0T TX
Consistency - Breast

小

中

大

提高病人个体差异
射频匀场一致性

Conventional

MultiTransmit

Investigational Device

PHILIPS

多源发射技术的优势

1. 提高信号强度的均匀性
2. 提高图像均匀性
3. 提高病人个体差异射频匀场一致性 (对比度、信号均匀性、脂肪抑制)
4. 提高扫描速度
5. 降低SAR。

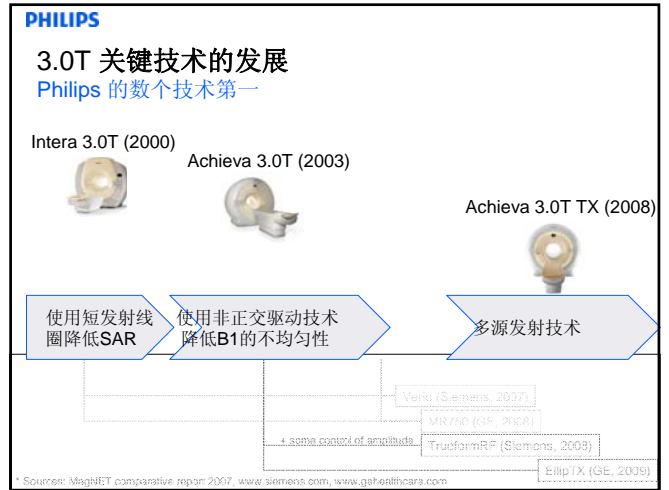
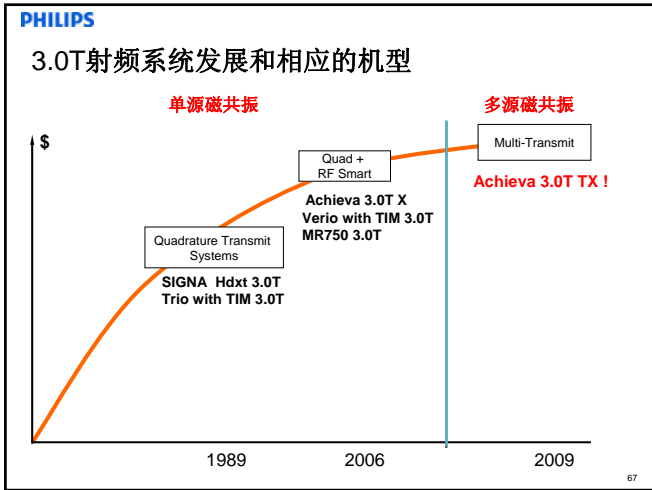
Investigational Device

PHILIPS

多源发射技术的临床优势

- 提高信号均匀度
- 更好的组织对比
- 保持不同病人间更佳的图像一致性
- 速度提高40%

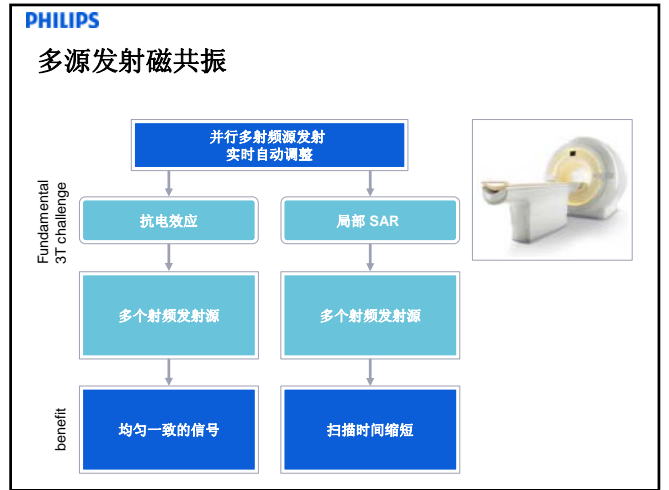
Investigational Device



PHILIPS Achieva 3.0T TX 多源发射磁共振

- 业界首台独有**多源发射磁共振**
- 并行**多个独立射频源**，具有对应的**多个独立射频放大器**
- 基于个体差异的**射频匀场**
- 大幅度提高**3.0T的成像质量**
- **扫描时间缩短近40%**
- 为超高场磁共振临床应用和**科研**提供了最先进的工作平台

Achieva 3.0T TX



PHILIPS 3.0T 产品定位

多源发射		
Achieva 3.0T TX		
单射频源		
Achieva 3.0T X-Series	Magnetom Verio	SIGNA MR750
	Magnetom Trio	SIGNA HDxt
	Magnetom Skyra (no FDA)	SIGNA HDx

PHILIPS S G

感谢飞利浦公司