

# 一种智能笔镜头模组与笔体结构之间的金属薄层适配器及其装配方法

## 著录项目

项目	内容
申请号	(待填写)
申请日	(待填写)
申请人	深圳自然写科技有限公司
发明人	徐佳宏
地址	广东省深圳市
分类号	G02B 7/02; B43K 29/00; H04N 23/50
专利类型	发明专利

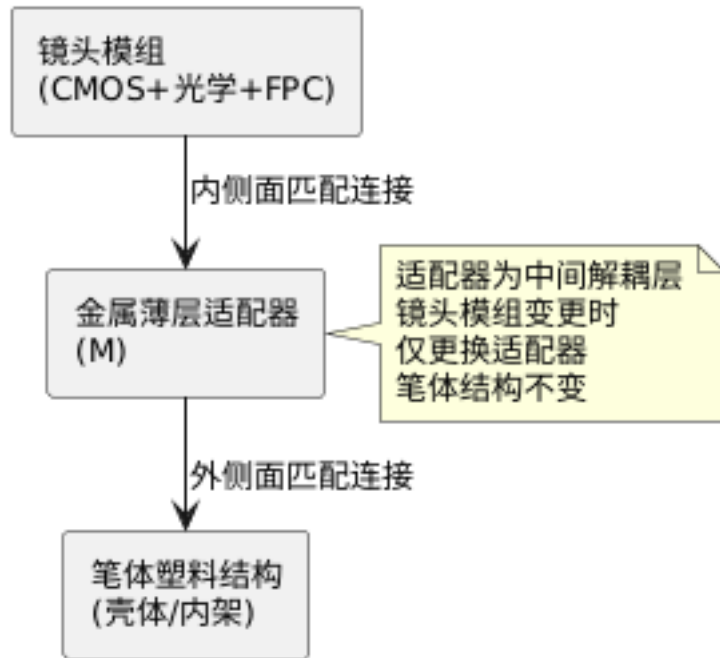
## 摘要

本发明涉及一种智能笔镜头模组与笔体结构之间的金属薄层适配器及其装配方法，属于智能书写工具光学模组安装技术领域。智能笔的镜头模组由 CMOS 芯片、光学器件和 FPC 组成，不同厂商或不同配置的镜头模组在外观尺寸和安装接口上存在差异。现有技术中智能笔的笔体塑料结构与镜头模组通常紧耦合装配，镜头模组变更则笔体结构必须同步变更，导致开发成本高、适配周期长。本发明提出在镜头模组与笔体塑料结构之间引入金属薄层适配器，该适配器的内侧面与镜头模组匹配连接、外侧面与笔体塑料结构匹配连接，形成标准化的中间解耦层。当镜头模组因厂商更换或技术升级而发生变化时，仅需更换或调整金属薄层适配器，笔体塑料结构保持不变或少变。金属薄层适配器同时具有散热、电磁屏蔽和结构增强功能，充分利用智能笔紧凑空间。

关键词：智能笔；镜头模组；金属薄层适配器；解耦装配；笔体结构；CMOS 模组适配

摘要附图

**图1 金属薄层适配器解耦架构**



## 权利要求书

### 权利要求 1

一种智能笔镜头模组与笔体结构之间的金属薄层适配器，其特征在于，包括：

- 金属薄层适配器 (M)，所述金属薄层适配器 (M) 为金属材料制成的薄壁结构件，壁厚为 0.1mm~0.5mm，整体呈与智能笔 (S) 内部空间适配的异形薄壳状，包括适配器内侧面 (M1) 和适配器外侧面 (M2)；
- 所述适配器内侧面 (M1) 设有镜头模组连接结构 (M11)，所述镜头模组连接结构 (M11) 与镜头模组 (L) 的外表面形状及安装接口相适配，用于将镜头模组 (L) 固定安装于金属薄层适配器 (M) 的内侧；
- 所述适配器外侧面 (M2) 设有笔体连接结构 (M21)，所述笔体连接结构 (M21) 与智能笔 (S) 的笔体塑料结构 (S1) 内表面的安装接口相适配，用于将金属薄层适配器 (M) 固定安装于笔体塑料结构 (S1) 内；
- 所述镜头模组 (L) 包括 CMOS 芯片 (L1)、光学器件 (L2)、FPC 柔性电路板 (L3) 及被动元器件 (L4)，所述镜头模组 (L) 通过镜头模组连接结构 (M11) 固定于金属薄层适配器 (M) 内侧后，金属薄层适配器 (M) 再通过笔体连接结构 (M21) 安装于笔体塑料结构 (S1) 内部；

其中，所述金属薄层适配器 (M) 作为镜头模组 (L) 与笔体塑料结构 (S1) 之间的中间解耦层，当镜头模组 (L) 因厂商更换、配置升级或型号变更导致外观尺寸或安装接口发生变化时，仅需更换或调整与新镜头模组 (L') 适配的金属薄层适配器 (M')，笔体塑料结构 (S1) 保持不变或仅作微量调整。

### 权利要求 2

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述镜头模组连接结构 (M11) 包括定位卡槽 (M111) 和弹性夹持臂 (M112)，所述定位卡槽 (M111) 与镜头模组 (L) 外壳的定位凸台相配合实现径向定位，所述弹性夹持臂 (M112) 从适配器内侧面 (M1) 延伸并夹持镜头模组 (L) 的侧面实现轴向固定；当需要更换镜头模组时，扳开弹性夹持臂 (M112) 即可取出镜头模组。

### 权利要求 3

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述笔体连接结构 (M21) 包括外侧定位面 (M211) 和卡扣凸起

(M212)，所述外侧定位面（M211）与笔体塑料结构（S1）内壁的对应定位面贴合配合实现周向定位，所述卡扣凸起（M212）与笔体塑料结构（S1）内壁的卡槽（S11）卡接实现轴向锁定。

#### 权利要求 4

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述金属薄层适配器（M）的材料为不锈钢、铝合金或铜合金中的任一种，通过冲压成型或金属注射成型工艺制成；所述适配器壁厚在 0.15mm~0.3mm 范围内时，适配器自身重量不超过 1.5g，在智能笔紧凑空间内不显著增加产品整体重量。

#### 权利要求 5

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述金属薄层适配器（M）上设有 FPC 走线通道（M3），所述 FPC 走线通道（M3）为适配器壁面上的开槽或翻边形成的导引结构，用于引导镜头模组（L）的 FPC 柔性电路板（L3）从适配器内侧穿过适配器壁面延伸至笔体内部与主控电路板连接，避免 FPC 在装配过程中被夹损或折叠过度。

#### 权利要求 6

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述金属薄层适配器（M）还兼具散热功能，所述适配器内侧面（M1）与镜头模组（L）的 CMOS 芯片（L1）背面贴合接触或通过导热垫贴合接触，CMOS 芯片工作产生的热量通过金属薄层适配器（M）传导至笔体塑料结构（S1）外壁进行散热。

#### 权利要求 7

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述金属薄层适配器（M）还兼具电磁屏蔽功能，所述适配器的金属壁面包覆镜头模组（L）的 CMOS 芯片（L1）和被动元器件（L4），形成局部电磁屏蔽腔体，减少镜头模组与智能笔内部其他电子元件之间的电磁干扰。

#### 权利要求 8

根据权利要求 1 所述的适配器，其特征在于，所述适配器内侧面（M1）设有光学窗口（M12），所述光学窗口（M12）的位置与镜头模组（L）的光学器件（L2）的光轴对应，光学窗口（M12）的孔径不小于光学器件（L2）的有效通光口径，确保镜头模组的光路不受金属薄层适配器遮挡。

#### 权利要求 9

一种利用权利要求 1~8 中任一项所述金属薄层适配器的智能笔镜头模组装配方法，其特征在于，包括以下步骤：

- S1：根据当前批次使用的镜头模组（L）的外观尺寸和安装接口，选取对应型号的金属薄层适配器（M），将镜头模组（L）安装于金属薄层适配器（M）的内侧面（M1），通过镜头模组连接结构（M11）完成镜头模组与适配器的固定连接，形成镜头-适配器组件；
- S2：将镜头模组（L）的 FPC 柔性电路板（L3）通过 FPC 走线通道（M3）引出适配器外侧；
- S3：将镜头-适配器组件整体装入智能笔（S）的笔体塑料结构（S1）内，通过笔体连接结构（M21）完成适配器与笔体塑料结构的固定连接；
- S4：将 FPC 柔性电路板（L3）与智能笔主控电路板连接，完成装配；

其中，当镜头模组从型号 L 变更为型号 L' 时，仅需将步骤 S1 中的金属薄层适配器从型号 M 更换为与 L' 适配的型号 M'，步骤 S3 中笔体塑料结构（S1）保持不变，实现镜头模组变更时笔体结构无需同步变更。

#### 权利要求 10

根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S1 中，当镜头模组（L）的外观尺寸较小而金属薄层适配器（M）的内腔较大时，在镜头模组连接结构（M11）中增设补偿垫块（M13），所述补偿垫块（M13）填充镜头模组与适配器内壁之间的间隙，实现对不同尺寸镜头模组的微调适配。

#### 权利要求 11

根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述金属薄层适配器（M）的笔体连接结构（M21）的外侧定位面（M211）遵循统一的接口规范，所有型号的金属薄层适配器的外侧定位面形状和卡扣位置相同，仅适配器内侧面（M1）的镜头模组连接结构（M11）因不同镜头模组而变化，从而保证笔体塑料结构（S1）侧的接口标准化。

## 说明书

### 技术领域

本发明属于智能书写工具光学模组安装技术领域，具体涉及一种在智能笔的镜头模组与笔体塑料结构之间设置金属薄层适配器，实现镜头模组与笔体结构解耦装配的适配器结构及其装配方法。

### 背景技术

智能笔（又称光学智能书写笔）内部集成镜头模组，用于实时捕捉笔尖运动轨迹。镜头模组通常由 CMOS 图像传感芯片、光学器件（透镜组/棱镜）、FPC 柔性电路板及被动元器件组成，是智能笔的核心光学部件。

#### 问题一：镜头模组的多元化与差异性

镜头模组会因 CMOS 芯片型号、光学器件配置、厂商工艺差异而在外观尺寸、安装方式和接口位置上存在显著差异。同一厂商不同配置的镜头模组或不同厂商的镜头模组，其外壳尺寸、定位特征、FPC 出线方向往往各不相同。随着 CMOS 技术演进和光学设计升级，镜头模组的迭代更新频率较高。

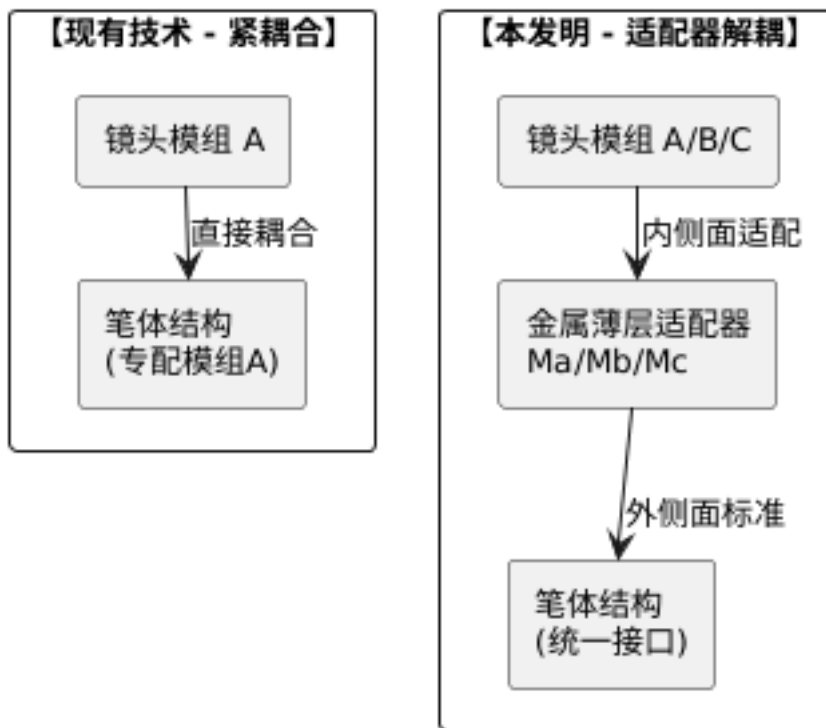
#### 问题二：笔体结构与镜头模组的紧耦合问题

现有技术中，智能笔的笔体塑料结构（外壳、内部支架等）通常与镜头模组紧密耦合装配。笔体塑料结构内部直接开设与特定镜头模组匹配的安装槽、定位柱和限位结构，镜头模组直接嵌入笔体塑料结构的对应位置。这种紧耦合设计导致：一旦镜头模组发生变更（更换厂商、升级型号、调整配置），笔体塑料结构的模具和结构设计必须同步修改，开模成本高、周期长。

#### 问题三：智能笔紧凑空间对适配方案的约束

智能笔的笔筒内径通常仅为 8~12mm，内部空间极为紧凑，留给镜头模组安装的空间余量很小。适配方案不能显著增加体积和重量，否则影响智能笔的握持手感和外观造型。传统的厚壁支架方案在智能笔场景中不适用。

**图2 现有技术——紧耦合 vs 本发明——适配器解耦**



现有相关技术文献：

[文献 1] WO2017080526A1，摄像模组及其电气支架和组装方法，公开了将预设电气元件和导电体设置于电气支架主体的方案，但该支架为标准摄像头模组通用支架，非针对智能笔紧凑空间设计，未涉及笔体结构与镜头模组的解耦适配。

[文献 2] CN111405092A，电子设备，公开了摄像头模组可拆卸安装于设备主体安装空间的结构，涉及连接部配合但面向手机等大型电子设备，未考虑智能笔直径 8~12mm 的紧凑约束。

[文献 3] CN112188042B，感光组件和摄像模组的组装方法，公开了模组放入金属支架或塑料支架再通过胶水固定的方案，但该金属支架与壳体为一体设计，未将金属支架作为可更换的中间适配层实现解耦。

[文献 4] WO2023174324A1，镜头组件、摄像模组以及电子设备，公开了固定座滑动连接外壳的光学变焦镜头结构，面向手机摄像头的 OIS/变焦场景，非智能笔固定焦距镜头的适配场景。

[文献 5] CN105867053A，一种智能笔，公开了金属支架前后端分别安装光学器件的智能笔结构，但金属支架与笔体结构一体化设计，镜头模组变更时需同步修改金属支架和笔体结构，未实现解耦。

[文献 6] CN109698894A，基于金属支架的感光组件和摄像模组，公开了感光芯片安装于金属支架的方案，面向手机微型摄像头封装，未涉及金属支架作为智能笔笔体与镜头模组之间可替换适配层的设计。

[文献 7] WO2017140092A1，基于一体封装工艺的摄像模组及其一体基座组件，公开了模塑工艺形成一体基座承载镜头和感光元件的方案，为一体化封装而非解耦适配，镜头变更需重新封装。

[文献 8] CN211906231U，一种手写笔及手写板套装，公开了手写笔内置摄像头的结构，但未涉及镜头模组与笔体之间的适配器设计。

[文献 9] US11301063B2，Smart pen device and method，公开了智能笔中包含摄像头进行书写检测的方案，但镜头安装方式为直接嵌入笔体，未涉及中间适配层。

[文献 10] CN105324066B，紧凑的多观察元件内窥镜系统中的视频处理，公开了金属架围绕透镜组件的支撑结构，面向内窥镜而非智能笔场景，金属架尺寸和空间约束与智能笔差异极大。

综上所述，现有技术未提供一种在智能笔紧凑空间内、于镜头模组与笔体塑料结构之间设置金属薄层适配器、实现镜头模组与笔体结构解耦适配、适配器可随镜头模组变更而独立更换的技术方案。本发明针对上述空白提出改进。

---

## 发明内容

**发明目的** 本发明的目的在于提供一种智能笔镜头模组与笔体结构之间的金属薄层适配器及其装配方法。其核心发明点在于：在镜头模组与笔体塑料结构之间引入金属薄层适配器作为中间解耦层，适配器内侧面与镜头模组匹配、外侧面与笔体结构匹配，镜头模组变更时仅更换适配器、笔体结构不变，同时金属薄层适配器兼具散热、电磁屏蔽和结构增强功能。

**技术方案** 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

一种智能笔镜头模组与笔体结构之间的金属薄层适配器，核心为金属薄层适配器（M），该适配器置于镜头模组（L）与笔体塑料结构（S1）之间，形成标准化的中间解耦层：

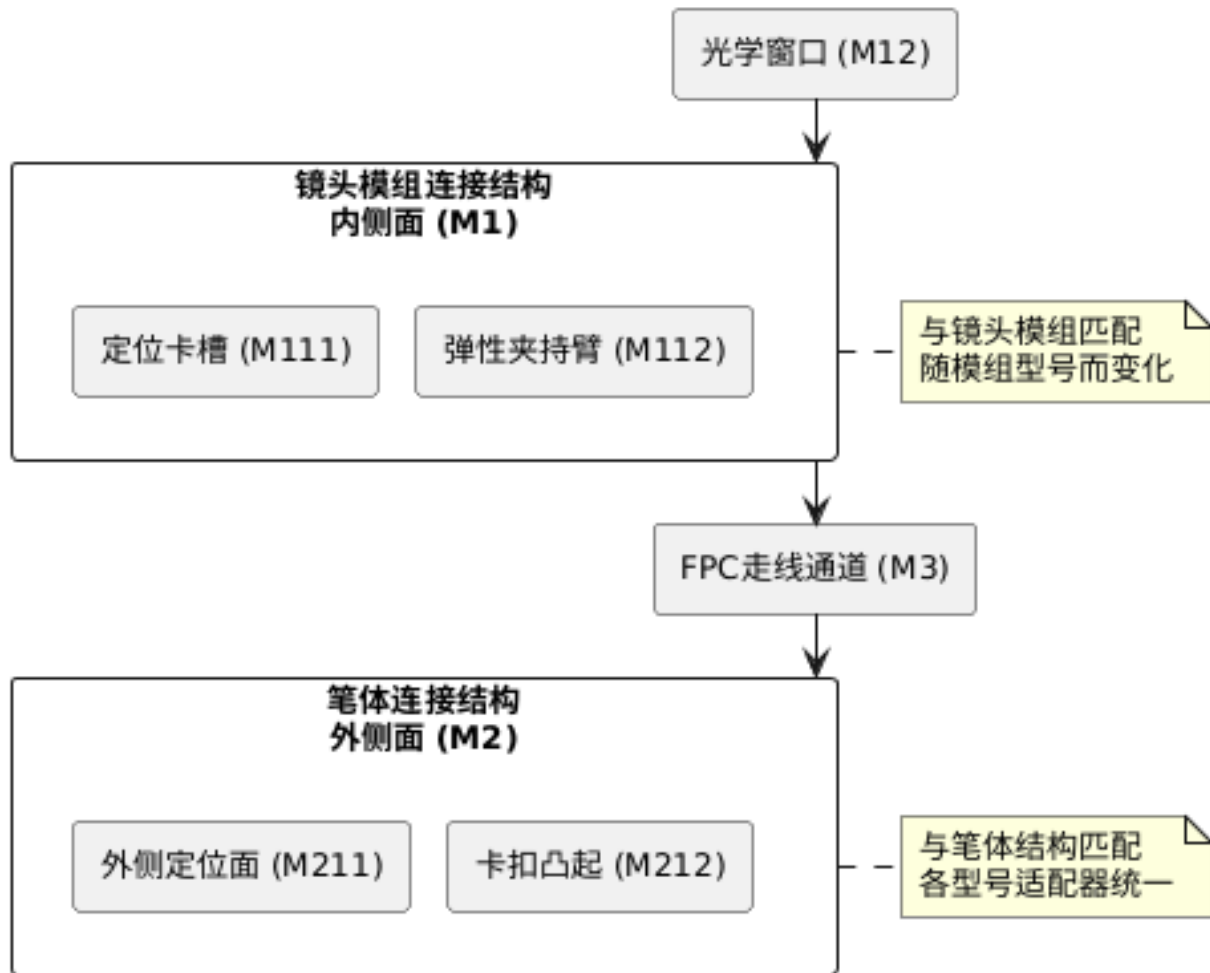
### （1）镜头模组——光学感知核心

镜头模组（L）由 CMOS 芯片（L1）、光学器件（L2）、FPC 柔性电路板（L3）和被动元器件（L4）组成。不同厂商或不同配置的镜头模组在外壳尺寸、定位特征、FPC 出线方向等方面存在差异。

### （2）金属薄层适配器——中间解耦层

金属薄层适配器（M）为金属材料（不锈钢、铝合金或铜合金）通过冲压或金属注射成型工艺制成的薄壁结构件，壁厚 0.1mm~0.5mm。适配器整体呈异形薄壳状，内侧面（M1）设有与特定镜头模组匹配的连接结构，外侧面（M2）设有与笔体塑料结构匹配的标准化连接结构。

图3 金属薄层适配器结构



适配器的外侧面连接结构遵循统一接口规范，确保不同型号的适配器均可安装于同一笔体塑料结构。适配器的内侧面连接结构则根据不同镜头模组定制，实现“外侧标准化、内侧定制化”的解耦设计。

### （3）解耦装配的核心逻辑——适配器隔离变化

镜头模组的多元化和演进变化被金属薄层适配器隔离，不传递至笔体塑料结构。笔体塑料结构的模具仅需开发一次，后续镜头模组变更只需新增对应型号的适配器模具（金属冲压模具成本远低于塑料注塑模具），大幅降低适配成本和周期。

### （4）金属材料的多重功能优势

金属薄层适配器选用金属材料而非塑料，除结构适配功能外还兼具：散热功能——金属导热系数远高于塑料，适配器贴合 CMOS 芯片背面可有效传导工作热量；电磁屏蔽功能——金属壁面形成局部屏蔽腔体，减少镜头模组与笔内其他电子元件（蓝牙模组、主控芯片等）的电磁干扰；结构增强功能——金属薄层在塑料结构的关键受力点提供刚性支撑，提升装配精度和抗跌落能力。

### 有益效果

1. 镜头模组与笔体结构解耦：金属薄层适配器将镜头模组变化隔离于笔体结构之外，镜头模组更换厂商或升级配置时，仅需更换适配器，笔体塑料结构模具无需修改，降低开发成本 50% 以上。

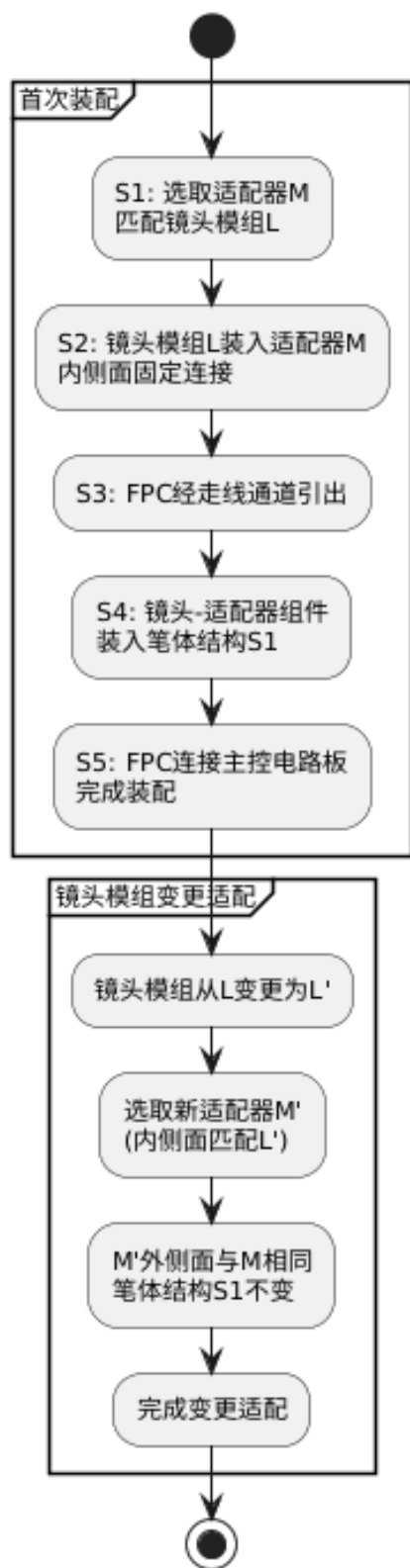
2. 适配多元化镜头模组：适配器外侧标准化、内侧定制化的设计，使同一笔体结构可适配不同厂商和不同配置的镜头模组，提升供应链灵活性。
  3. 充分利用紧凑空间：金属薄层适配器壁厚仅 0.1~0.5mm，在智能笔 8~12mm 内径的紧凑空间内不显著增加体积，同时兼具散热、屏蔽和增强多重功能，一件多用。
  4. 提升产品可靠性：金属材料的刚性和导热性优于塑料，提升镜头模组安装精度和散热效率，改善智能笔在长时间工作时的光学成像稳定性。
- 

#### 附图说明

- 图 1：金属薄层适配器解耦架构示意图（见摘要附图）
- 图 2：现有技术紧耦合 vs 本发明适配器解耦对比图
- 图 3：金属薄层适配器结构示意图
- 图 4：装配流程及镜头模组变更适配流程图

图 4 装配流程及镜头模组变更适配流程

图4 装配与变更适配流程





---

## 具体实施方式

实施例一：不锈钢冲压适配器适配不同厂商 **CMOS** 镜头模组 本实施例中，智能笔（S）笔筒内径 10mm，镜头模组安装区域长度 15mm。金属薄层适配器（M）采用 SUS304 不锈钢，壁厚 0.2mm，通过级进冲压工艺一次成型。

适配器内侧面（M1）设有两组对称的定位卡槽（M111），卡槽宽度分别对应厂商 A 的镜头模组（外壳宽度 5.0mm）和厂商 B 的镜头模组（外壳宽度 5.5mm）。两组卡槽通过不同深度的台阶面区分，出厂时根据实际使用的镜头模组选择对应的适配器型号。弹性夹持臂（M112）从适配器两侧延伸，夹持力约 0.5N，确保镜头模组在跌落冲击下不松脱。

适配器外侧面（M2）设有统一的外侧定位面（M211），与笔体塑料结构内壁的定位面贴合配合。两个卡扣凸起（M212）卡入笔体内壁对应卡槽，实现无工具快装。

装配时，先将镜头模组嵌入适配器内侧，再将镜头-适配器组件推入笔体内部至卡扣锁定。整个装配过程无需胶水或螺丝，便于生产线快速装配和维修更换。

实施例二：铝合金适配器兼顾散热与屏蔽 本实施例中，金属薄层适配器（M）采用 6063 铝合金，壁厚 0.3mm。适配器内侧面底部设有平坦的散热贴合区域，通过 0.1mm 厚度的导热硅胶垫与 CMOS 芯片（L1）背面贴合。CMOS 芯片工作时产生约 0.3W 热量，通过铝合金适配器传导至笔体外壳，有效降低 CMOS 芯片温度约 8~12°C。

适配器的金属壁面环绕镜头模组形成半封闭腔体，对 CMOS 芯片和被动元器件形成电磁屏蔽。实测在 2.4GHz 频段（蓝牙工作频段）的屏蔽效能达 15dB 以上，有效减少镜头模组与蓝牙通信模组之间的电磁干扰。

---

## 典型应用场景

### 场景一：智能笔供应链多源化管理

智能笔厂商需要同时对接多个镜头模组供应商以保障供应安全。通过金属薄层适配器方案，厂商为每个供应商的镜头模组设计对应的适配器型号，笔体塑料结构保持统一。当主供应商出现供货紧张时，可快速切换至备选供应商的镜头模组，仅更换适配器即可，无需修改笔体结构模具，供应链切换周期从原来的 3~6 个月缩短至 2~4 周。

### 场景二：镜头模组技术升级迭代

CMOS 传感器技术持续演进，智能笔需要定期升级镜头模组以提升书写轨迹捕捉精度。通过适配器方案，新一代镜头模组仅需配套新型号适配器，笔体结构的塑料模具可持续使用多代产品，单次模具投资覆盖多代产品生命周期，累计节省模具开发费用达数十万元。

### 场景三：同一笔体平台适配高低配版本

智能笔产品线需要高配版（高分辨率 CMOS+ 多片透镜）和低配版（标准 CMOS+ 单片透镜）满足不同市场需求。两种镜头模组尺寸不同，通过不同型号的金属薄层适配器装入同一笔体结构，实现一个笔体平台覆盖高低配两个产品 SKU，减少笔体结构的开发和管理成本。

### 场景四：售后维修中的镜头模组快速更换

智能笔在使用过程中镜头模组可能出现故障（CMOS 芯片损坏、光学器件污损等），需要售后更换。由于金属薄层适配器采用弹性夹持和卡扣结构，维修人员可快速拆卸故障镜头模组和适配器，换装新的镜头-适配器组件，维修时间从传统胶粘方案的 30 分钟以上缩短至 5 分钟以内。

### 场景五：产品定制化快速响应

行业客户（如教育集团、企业用户）可能对智能笔提出定制化需求，例如特殊视角的镜头模组。通过适配器方案，仅需为定制镜头模组开发对应适配器（金属冲压模具开发周期约 1~2 周），笔体结构无需任何修改，即可快速响应定制需求。

---

本文为发明专利申请文稿，具体技术参数和实施细则以最终申请文件为准。